

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA



TESIS DOCTORAL
**Cuantificación del proceso de readaptación de lesiones musculares a
través de GPS en fútbol profesional**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

José Luis Lesma López

Directores

Juan José Ramos Álvarez
Víctor Paredes Hernández

Madrid, 2017



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA



**CUANTIFICACIÓN DEL PROCESO DE
READAPTACIÓN DE LESIONES MUSCULARES A
TRAVÉS DE GPS EN FÚTBOL PROFESIONAL**

JOSÉ LUIS LESMA LÓPEZ

TESIS DOCTORAL DIRIGIDA POR:

JUAN JOSÉ RAMOS ÁLVAREZ

VÍCTOR PAREDES HERNÁNDEZ

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Miguel y Marisa, y mis hermanas Marisa y Marivi, por tenerles como apoyo en los comienzos de la investigación.

A Juan José Ramos y a Víctor Paredes, por confiar en este proyecto, por hacerme sentir muy cómodo trabajando a su lado, y tener la suerte de vivir con él un aprendizaje continuo.

A todos los jugadores y cuerpo técnico del Rayo Vallecano de Madrid, en la temporada 2010/2011, que tuvieron la paciencia y colaboración suficiente para facilitarme mucho el trabajo durante toda la investigación.

Al gabinete de prensa del Rayo Vallecano de Madrid que me ha cedido los derechos de imágenes de algunas de las imágenes que he utilizado para mi Tesis

A Verónica Rojas, que igualmente me ha cedido los derechos de imagen de las figuras que he empleado en alguno de los apartados de esta Tesis.

Y por último, dedicar también este trabajo mis amigos que me han aguantado durante este tiempo, en los momentos más complicados de la investigación.

ÍNDICE

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	6
ABSTRACT AND KEYWORDS	8
1. ANTECEDENTES Y ESTADO DE LA CUESTIÓN	10
1.1. INTRODUCCIÓN	11
1.1.1. La temporada futbolística	13
1.1.2. Demandas fisiológicas en fútbol 12	14
1.1.3. Metodologías utilizadas en el análisis del rendimiento en fútbol y cuantificación en la carga	16
1.1.4. Objetividad y validez de los sistemas GPS	21
1.1.5. Las lesiones en el fútbol	23
1.1.6. Readaptación	30
1.1.7. Aplicación de los métodos de control y evaluación para los procesos de recuperación de lesiones	34
1.1.8. FISIOPATOLOGÍA MUSCULAR	35
1.1.8.1. Clasificación de las lesiones musculares	38
1.1.8.2. Nomenclatura Estadios Características Pronóstico	40
1.1.8.3. Descripción de los grupos musculares con mayor índice de lesiones	43
1.1.8.4. Métodos para la evaluación del rendimiento antes y después de la lesión	47
2. TRABAJO EMPÍRICO	48
2.1. Objeto de estudio de la investigación	49
2.2. Objetivo general	50
2.3. Objetivos específicos	50
2.4. Hipótesis	51
2.5. Materiales y Métodos	52
2.5.1. Población de estudio	52

2.5.2. Instrumental	53
2.5.3. Diseño y aproximación metodológica de la Tesis Doctoral	54
2.5.4. Procedimiento	59
2.5.4.1. Medición de la condición física aeróbica: Test de Conconi	59
2.5.4.2. Cuantificación del entrenamiento: Determinación de las zonas de velocidad	60
2.5.4.3. Cuantificación del entrenamiento: Determinación de las zonas de frecuencia cardíaca	61
2.5.4.4. Ejercicios utilizados para la readaptación de lesiones	62
2.5.4.4.1. Ejercicios individuales	63
2.5.6.4.2. Ejercicios con el grupo	68
2.5.5. Análisis estadístico	75
3. RESULTADOS Y DISCUSION	76
3.1. RESULTADOS	77
3.1.1 Datos descriptivos	77
3.1.1.1. Carga de entrenamiento diaria durante el proceso de readaptación	77
3.1.1.2. Frecuencia del tipo de entrenamiento	81
3.1.1.3. Duración media de cada tipo de entrenamiento	81
3.1.1.4. Frecuencia cardíaca media de cada tipo de entrenamiento	84
3.1.1.5. Velocidad media de cada tipo de entrenamiento	86
3.1.1.6. Distancia recorrida total en cada tipo de entrenamiento	89
3.1.1.7. Número de aceleraciones medias en cada tipo de entrenamiento	92
3.1.2. Comparaciones pre-post recuperación	96
3.1.2.1. Prueba T	96
3.1.2.2 Prueba de muestras relacionadas	97
3.1.2.3. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon	99
3.1.2.4. Estadísticos de contrasted	101
3.2. Discusión	101

4. CONCLUSIONES	108
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
6. RESUMEN EN ESPAÑOL	133
7. RESUMEN EN INGLÉS	137

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Antecedentes: La práctica del fútbol profesional implica un considerable riesgo de lesión. La mayoría de lesiones en fútbol son de carácter muscular y se producen por un sobreuso de la región afectada, lo cual muestra la importancia de la cuantificación del proceso de entrenamiento en el contexto de la prevención de lesiones mediante la optimización de las cargas de trabajo de manera individual. En el fútbol profesional, una de las herramientas para la cuantificación de los esfuerzos en el entrenamiento es el GPS.

Objetivo: Analizar y cuantificar el proceso de recuperación de lesiones en futbolistas profesionales mediante la utilización de tecnología GPS.

Método: 25 jugadores de fútbol profesionales participaron en el estudio, de los cuales fueron estudiados 8 lesionados. La duración, frecuencia cardíaca, velocidad, distancia recorrida y número de aceleraciones de cada entrenamiento antes de la lesión, durante la recuperación y después de la lesión fueron medidos mediante GPS. Se analizaron los valores descriptivos medios de cada variable durante el estudio y se compararon los valores pre-post lesión para observar si los futbolistas retornaron satisfactoriamente a sus valores previos.

Resultados: Como primera aportación, se muestran valores descriptivos de las variables mencionadas de cada jugador en cada entrenamiento, ofreciendo frecuencias, medias y desviaciones estándar para cada tipo de lesión y entrenamiento utilizado. Además, el análisis de los datos pre-post lesión muestra que no existen diferencias significativas entre los valores de duración,

frecuencia cardíaca, distancia recorrida y número de aceleraciones una vez finalizado el programa de recuperación en comparación con antes de la lesión ($p > 0.05$). Por último, se observó que la velocidad media se incrementó un 2.4% después de la lesión en comparación con antes de la lesión ($p < 0.05$).

Conclusiones: El programa de recuperación ha permitido recuperar los valores previos de carga de entrenamiento a los futbolistas lesionados, consiguiendo incluso mejorar la velocidad media con respecto a los valores previos a la lesión. El control del entrenamiento mediante tecnología GPS es una metodología no invasiva, eficaz y útil como estrategia de recuperación de lesiones en fútbol profesional.

Palabras clave: fútbol, élite, monitorización, lesiones, GPS, tecnología, recuperación

ABSTRACT AND KEYWORDS

Background: Professional soccer practice implies a remarkable risk of injuries. Most injuries in soccer affects muscles and they are produced by an overuse of the muscle group, which highlights the importance of quantifying the training process by optimizing training loads individually in order to prevent injuries. In professional soccer, one of the most popular devices to monitor training loads are the GPS systems.

Purpose: To analyze and quantify the recovery process in professional injured soccer players using GPS technology.

Methods: 25 professional soccer players joined the study. The final analyzed sample consisted on 8 of the 25 players who got injured during the season. Duration, heart rate, speed, covered distance and the number of accelerations of each training session before and after the injury and during the recovery process were measured using GPS devices. Mean descriptive values for each variable were calculated, and pre-post injury comparison were performed in order to observe if the players were able to return to their pre-injury levels.

Results: First, descriptive statistics for the mentioned variables for each player and training session were calculated using frequencies, averages and standard deviations, categorized by type of injury and training. Moreover, the analysis of the pre-post injury data found no significant differences for the duration, heart rate, covered distance and number of accelerations after the return to play in comparison with the pre-injury values ($p>0.05$). Furthermore, it was observed

that the mean velocity of the trainings after the return to play was significantly higher than the pre-injury values (+2.4%, $p < 0.05$).

Conclusions: The recovery program succeeded to recover the pre-injury values of the training load in the injured players, even increasing the mean velocity in comparison with the previous levels. Controlling the training process with GPS technology is a non-invasive, effective and useful methodology as a injury recover strategy in professional soccer.

Keywords: soccer, elite, monitoring, injuries, GPS, technology, recovery

1. ANTECEDENTES Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

1. ANTECEDENTES Y ESTADO DE LA CUESTIÓN



1.1. INTRODUCCIÓN

El fútbol, deporte de equipo que enfrenta a dos conjuntos de 11 jugadores, es considerado el deporte más popular del mundo. De forma reglada participan en él 270 millones de personas, siendo 265 millones jugadores y el resto los cuerpos técnicos de los diferentes clubes (FIFA). A pesar de su elevado grado de profesionalización, la práctica de fútbol profesional no está exenta de lesiones deportivas (Arnason, Andersen, Holme, Engebretsen, & Bahr, 2008; Bizzini & Dvorak, 2015; Hagglund et al., 2013; Stubbe et al., 2015); de hecho, algunos estudios cifran en hasta más de un 60% el número de jugadores que

tienen algún tipo de lesión durante la temporada competitiva (Stubbe et al., 2015). Por ejemplo, en el contexto del fútbol profesional español, estudios descriptivos han observado una incidencia de 38.8 lesiones por cada 1000h de exposición. En particular, la mayoría de lesiones en el fútbol son de tipo muscular, y su origen más frecuente es el sobreuso (Noya Salces, Gomez-Carmona, Moliner-Urdiales, Gracia-Marco, & Sillero-Quintana, 2014). Por ello, la literatura científica está repleta de estudios que analizan la efectividad de diversas estrategias tanto de prevención como de recuperación de lesiones en fútbol pues, a pesar de los esfuerzos realizados por investigadores, rehabilitadores, médicos y preparadores físicos, o la propia FIFA, que en 2009 presentó su programa de prevención FIFA11+ (Bizzini & Dvorak, 2015) con la intención de reducir la incidencia lesional y los costes médicos derivados de las mismas, las lesiones musculares siguen teniendo una elevada incidencia en el fútbol profesional. Teniendo en cuenta que el mayor número de lesiones que ocurren en fútbol se producen sin contacto por un exceso de carga de la musculatura afectada (Nédélec et al., 2012; Stubbe et al., 2015), es de gran importancia controlar la carga que suponen los entrenamientos a los futbolistas para tener más información que ayude a diseñar las estrategias de prevención. Actualmente, uno de los métodos de control de la carga de entrenamiento en el fútbol profesional consiste en la utilización de tecnología GPS para cuantificar con precisión y de manera objetiva el grado de esfuerzo de los futbolistas mediante la medición de distancias, velocidades o aceleraciones (Akubat, Barrett, & Abt, 2014; Buchheit et al., 2014; Ehrmann, Duncan, Sindhusake, Franzsen, & Greene, 2015; Malone et al., 2015). Es más, aunque muy escasas, existen algunas evidencias científicas que han demostrado la utilidad de la cuantificación del entrenamiento mediante tecnología GPS para la prevención

de lesiones en fútbol profesional (Colby, Dawson, Heasman, Rogalski, & Gabbett, 2014; Ehrmann et al., 2015). Por ejemplo, en un reciente estudio (Ehrmann et al., 2015) en el cual monitorizaron a jugadores profesionales de fútbol de la liga Hyundai A-League durante una temporada utilizando tecnología GPS, los autores observaron que los jugadores lesionados corrieron significativamente más metros por minuto (+9.6%, $p < 0.01$) durante los entrenamientos previos a la lesión que los que no se lesionaron. Sin embargo, hasta donde sabemos no existen investigaciones que analicen los valores de duración, frecuencia cardíaca, velocidad, distancia recorrida y número de aceleraciones durante el entrenamiento antes y después de una lesión, así como durante todo el proceso de recuperación en futbolistas españoles profesionales.

1.1.1. La temporada futbolística

Por temporada futbolística, entendemos aquel periodo de tiempo comprendido entre el inicio de los entrenamientos de los equipos de fútbol (mes de Julio normalmente) y el último partido de competición oficial (mes de Junio), por lo que podemos decir, que este periodo comprende 11 meses. Dentro de la temporada futbolística, debemos diferenciar a su vez dos subperiodos:

- Pretemporada: Comprendido entre el inicio de los entrenamientos y el primer partido de competición oficial. Su duración es variable entre las 5-8 semanas.
- Temporada competitiva: Comprendido entre el primer partido de competición oficial y el último. Normalmente comprendida en un espacio temporal entre las 42-46 semanas.

1.1.2. Demandas fisiológicas en fútbol

Tradicionalmente, uno de los parámetros fisiológicos más utilizados para poder determinar el rendimiento del deportista ha sido el consumo de oxígeno máximo (VO_2 máx.). El VO_2 máx medio en los futbolistas de élite es de 60 mL/kg/min (Tumilty, 1993), este valor manifiesta la moderada importancia de la demanda aeróbica general en este deporte. El rendimiento en fútbol está caracterizado sobre todo por esfuerzos explosivos, repetidos en forma intermitente un elevado número de veces durante el partido y entre los que se insertan momentos de exigencia metabólica moderada (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006). La naturaleza de sus esfuerzos unida a la organización de los mismos durante el juego, hace que el jugador de fútbol tenga que ser entrenado para soportar cargas de trabajo intensas y de duración corta, que se repiten de forma anárquica durante la competición (Drust, Reilly, & Cable, 2000). Por ello, en la actualidad otras variables relacionadas con la capacidad de producir y repetir esfuerzos intermitentes de corta duración, como son la capacidad de producir fuerza, la potencia muscular, los niveles de salto vertical o de sprint y, sobre todo, la capacidad para repetir esfuerzos máximos de corta duración (RSA: Repeat Sprint Ability) ocupan un lugar prioritario en la cuantificación de la condición física de los futbolistas (Bishop, Girard, & Mendez-Villanueva, 2011; González-Badillo et al., 2015; Mendiguchia et al., 2014; Morcillo et al., 2014; Tous-Fajardo, Gonzalo-Skok, Arjol-Serrano, & Tesch, 2015). Estas cualidades están determinadas metabólicamente por variables como el lactato muscular y en sangre, las cuales van de 15 a 17

mmol/kg de peso seco durante la primera y la segunda parte, respectivamente, mientras que el lactato promedio medido en sangre fue de 6 ± 0.4 y 5 ± 0.4 mM, respectivamente entre ambas partes de un partido (Krustrup, et al., 2006).

Realizando una revisión acerca de las características del futbolista durante un partido que pueden ser más utilizadas en la práctica del proceso de entrenamiento y preparación del jugador en cuanto a distancia, velocidad y frecuencia cardíaca encontramos que la distancia media recorrida durante un partido es de 11.393 ± 1.016 m, independientemente de la posición (meter cita de Di Salvo, 2007). En este estudio, donde midieron por medio de la tecnología *time-motion* la distancia y velocidad de los 20 jugadores de campo (excluyó los porteros) durante 20 partidos de primera división de la liga española y 10 de Champions League en las temporadas 2002-2003/2003-2004, calcularon que la distancia recorrida independientemente de la posición dentro del campo fue de 11.393 ± 1.016 m. La distancia media recorrida en un partido según la intensidad medida por rangos de velocidad fue: 7.031 ± 202 m. entre 0-11 km/h, 1.654 ± 187 entre 11.1–14km/h, 1.759 ± 253 m. entre 14.1–19km/h, 605 ± 114 m. Entre 19.1–23km/h y 337 ± 94 m. a velocidades mayores de 23 km/h, la distancia media recorrida con balón fue de 213 ± 61 m. La FC media en un partido de la élite del fútbol se encuentra entre 165-175 ppm, encontrando que solo un 3 % del tiempo superan las 185 ppm (Dellal, et al., 2008).

1.1.3. Metodologías utilizadas en el análisis del rendimiento en fútbol y cuantificación de la carga

Históricamente, los entrenadores de fútbol prescribían la carga de entrenamiento y estimaban la carga de un partido de forma subjetiva por sus años de experiencia, con el único objetivo de sacar el máximo rendimiento de sus deportistas. Gracias al avance de la tecnología y a los métodos científicos se han ido optimizando los programas de entrenamiento. En esta línea, hemos realizado una revisión de la literatura que concierne los métodos utilizados en la cuantificación del entrenamiento, las adaptaciones fisiológicas que provoca y el rendimiento durante la competición. Son muchos los métodos utilizados para cuantificar la carga de entrenamiento, los cuales pueden incluir cuestionarios, diarios, monitorización de diferentes variables fisiológicas como la observación directa (Borresen & Lambert, 2009). Más recientemente, se están utilizando la monitorización de la frecuencia cardiaca (FC), incluyendo los impulsos o rangos de entrenamiento utilizando también medidas de percepción del esfuerzo (EEP) (Borresen & Lambert, 2009). Realizando un breve resumen de esta revisión acerca de las metodologías utilizadas para el control de la carga encontramos (Borresen & Lambert, 2009):

- Diarios de entrenamiento: son comúnmente utilizados en los deportes individuales donde diferentes estudios muestran que un 24 % de los deportistas sobreestima la carga de entrenamiento mientras que un 17 % lo infraestima (Buchheit & Gindre, 2006).

- Cuestionarios: esta herramienta ha sido utilizada para estimar la carga semanal de entrenamiento mediante puntuaciones de duración (horas/semana), frecuencia (veces/semana) e intensidad de la actividad estimada en gasto energético (GE) (Buchheit & Gindre, 2006).

Medidas fisiológicas:

- Consumo de oxígeno (VO_2): está aceptado y demostrado la relación directamente lineal entre el consumo de oxígeno y la intensidad de trabajo (Robinson, Robinson, Hume, & Hopkins, 1991). Muchos autores defienden la imprecisión de esta medida para cuantificar la intensidad de trabajo en deportes intermitentes como el fútbol, mientras que otros muestran la posible utilización del % de la reserva VO_2 como buen indicador (Borresen & Lambert, 2009).
- Lactato: en primer lugar, es inviable considerar el valor del lactato como medida para cuantificar la carga en los deportes de equipo porque sería necesario continuas pequeñas extracciones sanguíneas para obtenerla. En segundo lugar, no es válido porque el modo de ejercicio altera la respuesta de este sobre el organismo, así como, no produce una misma respuesta en diferentes deportistas a la misma intensidad (Swart & Jennings, 2004).
- Frecuencia cardiaca (FC): la monitorización de la FC es el método más comúnmente utilizado para medir la intensidad del ejercicio (Achten & Jeukendrup, 2003). Este método se basa principalmente en la relación lineal que existe entre la FC y la intensidad en trabajos continuos estables (Arts & Kuipers, 1994; Karvonen & Vuorimaa, 1988; Robinson, et al., 1991). El método más adecuado para prescribir la intensidad del

ejercicio es el propuesto por Karvonen y Vuorimaa para disminuir la influencia de la edad y el estado de condición física por medio de la FC de reserva (Karvonen & Vuorimaa, 1988).

- TRIMP: de la monitorización de la FC se derivan otros métodos como el método de los impulsos de entrenamiento (TRIMP) (Banister, 1991). El TRIMP se calcula utilizando la duración de la sesión, la FC máx., FC de reserva y la media de la FC. Este método es utilizado para trabajos aeróbicos continuos por lo que supone una gran limitación para los deportes de equipo.
- EEP: Con el fin de simplificar el método anterior, Foster y col. introdujeron el uso de la EEP utilizando el dato de FC media durante ejercicio, con ello, calculaban la carga total multiplicando la EEP por la duración de la sesión en minutos (Foster, Daines, Hector, Snyder, & Welsh, 1996). Banister comparó este método con el método anterior obteniendo altas correlaciones (Edwards, 1994; FOSTER, 1998).

Dentro del entrenamiento del fútbol, encontramos varios estudios donde midieron el VO₂ respiración a respiración junto con la FC latido a latido en 15 jóvenes futbolistas durante varios ejercicios de entrenamiento (5 vs 5), encontrando un alta correlación entre el % de VO₂ y el % de la FC de reserva al comparar los diferentes jugadores medidos, este hallazgo nos permite utilizar la FC de reserva como indicador de la intensidad en el entrenamiento del fútbol. Otro trabajo de Esposito y col., en el cual comparó la FC y el VO₂ en jóvenes futbolistas, no hallaron diferencias significativas entre la medición de la

intensidad por VO₂ y por FC, por lo que indica que la FC es un buen indicador de las demandas metabólicas aeróbicas en las diferentes tareas que se realizan en el entrenamiento de fútbol (Esposito, et al., 2004). El trabajo de Flanagan y Merrick, intentaron desarrollar un método para cuantificar la carga en fútbol (Flanagan & Merrick, 2002). Ellos sugieren multiplicar la media de la FC del ejercicio por un coeficiente de intensidad determinado en una prueba incremental en cinta en el laboratorio. Usando este método, Flanagan y Merrick categorizaron muchas de las tareas específicas de entrenamiento en fútbol según la intensidad para tratar de cuantificar la carga, multiplicando esto por el volumen en tiempo en minutos de cada tarea. Este método, bastante interesante no fue validado. En relación a esto, y más directamente al desarrollo de este trabajo encontramos la tesis de Paredes Hernández el cual, utilizó una metodología parecida al trabajo anterior para cuantificar la lesiones en fútbol por medio del registro de FC (Paredes, 2004).

- Observación directa: es comúnmente utilizado por el entrenador, este método se refiere a la grabación de las sesiones de entrenamiento y partidos para cuantificar por medio de componentes como la duración de los ejercicios, la velocidad, las repeticiones, etc. (Borresen & Lambert, 2009). Anteriormente, este método suponía un trabajo tedioso de análisis de cada uno de los componentes anteriormente comentados, sin embargo, hoy en día, gracias al desarrollo y progreso de la nueva tecnología GPS (Global Positioning System) y sus software específicos para el deporte, pueden ofrecer al entrenador, preparador físico y readaptador los datos del entrenamiento o de la competición de forma rápida, siendo el

porcentaje de error muy bajo, entre el 0,4-0,7 % (Borresen & Lambert, 2009) (Brewer, Dawson, Heasman, Stewart, & Cormack, 2010).

Dentro del marco teórico, queremos extendernos más en la tecnología GPS aplicada al fútbol, ya que ha sido la herramienta principal que nos ha permitido el desarrollo de esta tesis doctoral como método de cuantificación de la carga en el proceso de readaptación de una lesión en fútbol.

La monitorización del perfil de trabajo en jugadores de fútbol durante la competición originalmente fue utilizando la grabación de vídeo manual desarrollado por Reilly y Thomas hace más de 30 años (Reilly & Thomas, 1976). El empleo de estos métodos ofrecía una observación científica de las situaciones de juego, pero las técnicas utilizadas para la codificación de los datos ofrecidos por el vídeo eran muy compleja y necesitaba de mucho tiempo para su análisis. Las técnicas originales solo podían registrar y observar el rendimiento de un jugador en el campo, por lo que quedaba muy limitado y no permitía desarrollar proyectos de investigación en este ámbito (Reilly & Thomas, 1976). En las últimas dos décadas, los avances tecnológicos han permitido sofisticar los sistemas GPS para ser usados en la élite del fútbol, haciendo posible el análisis simultáneo de todos los jugadores de un partido en un corto periodo de tiempo.

El uso de esta tecnología permitió analizar las demandas físicas de un partido de fútbol, más adelante permitió diferenciar el perfil de trabajo durante la competición por posición del jugador. Poco a poco, la mejora de las técnicas permitía disminuir el porcentaje de error en cuanto a los valores de distancia y velocidad de los diferentes jugadores (Carling, Bloomfield, Nelsen, & Reilly,

2008; Reilly & Thomas, 1976). Estos métodos permitían al cuerpo técnico de los equipos de élite que disponían de esta tecnología estructurar su entrenamiento modelando la situación real de competición. El punto fuerte de esta herramienta es que permite la investigación científica dentro de los deportes de equipo como la aplicación práctica en el entrenamiento, por lo que todos los datos que se obtienen sirven para mejorar el proceso de entrenamiento con base fundamentada y científica (Carling, et al., 2008).

1.1.4. Objetividad y validez de los sistemas GPS

Para la utilización de estos aparatos en el ámbito científico, es necesario que cumpla los criterios de objetividad, validez y fiabilidad (Drust, Atkinson, & Reilly, 2007). Existen diferentes estudios que han abarcado la validación de este sistema, ejemplo de ello está el estudio de Di Salvo donde comparó los datos obtenidos en carreras de velocidad en futbolistas mediante grabación de vídeo basado en el seguimiento continuo de las acciones de los jugadores con el software comercial del sistema de análisis del partido (Di Salvo, et al., 2007). En la línea del trabajo de Di Salvo encontramos otro estudio reciente de Edgecomb (2006) donde valida la utilización del GPS comparándolo con el sistema computer-based tracking (CBT). La validación del análisis del movimiento empleando sistemas de técnicas fotogramétricas donde se obtiene las coordenadas de posición desde imágenes vídeo-digitales en fútbol ha sido conseguida por Mallo y col., donde el margen de error fue menor del 1,5 % (Mallo, Navarro, Aranda, & Helsen, 2009).

Anteriormente, el sistema GPS podía tener mayor margen de error porque no discernía correctamente acciones específicas de fútbol como aceleración, desaceleración, cambio de dirección etc. Actualmente, los algoritmos que aplican los sofisticados software de los sistemas GPS junto con el aumento de la velocidad de colección de datos permite filtrar estos errores aunque en la literatura siguen existiendo dudas al respecto.

Los trabajos de Barbero-Álvarez (2008) y de Coutts del mismo año también han conseguido validar el sistema GPS en su utilización para esfuerzos intermitentes y la cualidad RSA (Repeat Sprint Ability) (Barbero-Alvarez, Coutts, Granda, Barbero-Alvarez, & Castagna, 2010; Coutts & Duffield, 2010).

El análisis de movimiento mediante GPS también ha sido aplicado para detectar fatiga en los partidos, identificar periodos más intensos de juego, los diferentes perfiles de actividad según la posición del jugador, etc. (R. J. Aughey, 2011).

La fatiga durante un partido ha podido ser determinada por medio de esta tecnología (R.J. Aughey, 2011). Para ello, compararon la distancia recorrida en cada parte del partido, donde no hallaron diferencias significativas entre una y otra pero si encontraron que el número de repeticiones de distancias recorridos a mayor intensidad se ve reducida en la segunda parte debido a la fatiga (R.J. Aughey, 2011).

Son muchas la investigaciones realizadas sobre el análisis de movimiento en fútbol aplicadas al rendimiento y a las demandas que exige la práctica de este deporte, sin embargo, cuando realizas una exhaustiva búsqueda en las diferentes bases de datos de ciencias de la salud como MEDLINE, no

Comentario [UAX1]: ta el año

Comentario [JLL-2]: Puesto el año

Comentario [JLL-3]:

Comentario [UAX4]: Falta el año

Comentario [JLL-5]: Puesto el año

Comentario [UAX6]: Falta el año

Comentario [JLL-7]: Puesto el año

encontramos estudios donde se emplee esta tecnología para mejorar por medio del control y la cuantificación la fase de readaptación de una lesión. Es por ello, por lo que el principal objetivo de este trabajo está encaminado a la utilización de esta herramienta para cuantificar el proceso de readaptación del futbolista lesionado.

1.1.5. Las lesiones en el fútbol

En primer lugar, es necesario definir qué se entiende por el concepto de lesión. A continuación se exponen las definiciones que encontramos más apropiadas tras la revisión bibliográfica en función de diferentes variables:

- En función de la pérdida de tiempo de juego o entrenamiento.

La UEFA ha propuesto ésta como la más adecuada para la realización de estudios con deportistas profesionales. Entendiendo lesión como “el número de entrenamientos y de partidos en los que el deportista no puede participar debido a una incapacidad” (Arnason, et al., 2004; Ekstrand & Gillquist, 1983; Ekstrand, Gillquist, & Liljedahl, 1983; Ekstrand, WaldÅ©n, & HÅggglund, 2004; R. Hawkins, Hulse, Wilkinson, Hodson, & Gibson, 2001; Lewin, 1989). Esta acepción tiene una debilidad, esta es la frecuencia tanto de entrenamiento como de competición puede variar entre equipos dentro de un mismo periodo o incluso, dentro de un mismo equipo, varia a lo largo de la temporada.

- En función de la asistencia médica.

Se define lesión como “aquellos jugadores que han necesitado intervención por parte del cuerpo médico del club” (Fuller, Smith, Junge, & Dvorak, 2004; Junge,

Dvorak, & Graf-Baumann, 2004; Morgan & Oberlander, 2001). En esta acepción deberíamos de tener en cuenta que la conformación de los cuerpos médicos de cada club no es igual, debido a las grandes diferencias económicas que existen entre algunos de los clubes profesionales, lo que llevará a que la asistencia médica para algunos jugadores de clubes de bajo presupuesto, esté más limitada.

➤ En función del tejido lesionado.

Se determinara a través de una “evaluación médica que observe variación en alguna estructura corporal” (Junge, et al., 2004; Peterson, Junge, Chomiak, Graf-Baumann, & Dvorak, 2000). Este sería el apartado más objetivo, pero es difícil de registrar, con los mismos criterios para todos los jugadores.

➤ Otras definiciones.

Otros autores se decantan en una combinación de las tres acepciones anteriores (R. D. Hawkins & Fuller, 1996, 1998; Junge, RÄsch, Peterson, Graf-Baumann, & Dvorak, 2002), lo que lleva a una definición de lesión mucho más completa.

Finalmente, definiremos lesión según el Comité Médico de la UEFA, previamente propuesto por Ekstrand (1982) y vinculado a la primera acepción regida por la pérdida temporal.

LESIÓN: *“Hecho que ocurre durante una sesión de entrenamiento o partido del programa y el cual, causa ausencia para la próxima sesión de entrenamiento o partido”.*

Otras instituciones como National Athletic Injury Registration System (NAIRS), nos define lesión como algo que “limita la participación deportiva al menos el día después del día de lesión”. Mientras que el Consejo de Europa define lesión como “hecho que tiene al menos una de las siguientes consecuencias: reducción de la cantidad o nivel de actividad deportiva; necesidad de tratamiento médico, efectos socio-económicos adversos” (Junge, Chomiak, & Dvorak, 2000).

La lesión muscular

El tipo de lesión que se da con mayor frecuencia es, la lesión de tipo muscular, en esto coinciden todos los estudios realizados al respecto (Arnason, Gudmundsson, Dahl, & Johannsson, 1996; Engstrom, Forssblad, Johansson, & Tornkvist, 1990; R. Hawkins, et al., 2001; R. D. Hawkins & Fuller, 1999; Inklaar, Bol, Schmikli, & Mosterd, 1996; Luthje, et al., 1996; Nielsen & Yde, 1989; Peterson, et al., 2000). Y dentro de las lesiones musculares, el subtipo que se da con mayor asiduidad es, la rotura muscular, con una incidencia lesional de 1,7 lesiones por cada 1000hr./exp.; (Ekstrand, et al., 2004). En función del tipo de exposición, obtuvieron que se producían 1,3 lesiones musculares por cada 1000 hr./exp., en tanto que, en la competición se produjeron 4,0 lesiones por cada 1000 hr./exp.

De todas las lesiones musculares, la localización más común, a la que afectan este tipo de lesiones es el muslo (R. D. Hawkins & Fuller, 1996, 1999; Luthje, et al., 1996; Walden, Hagglund, & Ekstrand, 2005), obteniendo porcentajes comprendidos entre el 59% (Walden, et al., 2005) y el 81% (R. D. Hawkins &

Fuller, 1999) de todas las lesiones musculares y llegando a porcentajes entre el 14% (Walden, et al., 2005) y el 31% (Volpi, Melegati, Tornese, & Bandi, 2004) del total de todas las lesiones. Dentro del muslo podemos a su vez diferenciar dos zonas, (posterior y anterior), en las que los diversos estudios que lo han analizado han llegado a idénticas conclusiones (R. Hawkins, et al., 2001; R. D. Hawkins & Fuller, 1999; Walden, et al., 2005), la mayor incidencia lesional se registra en la región posterior de la pierna (67% de las roturas musculares del muslo) con diferencias estadísticamente significativas con respecto a la región anterior (33% de las roturas musculares del muslo) ($p < 0,0001$), por lo que podemos concluir que las lesiones musculares de la región posterior del muslo de la pierna es la principal lesión que sufren los jugadores de fútbol.

En el estudio de Hawkins (2001) se obtiene como resultado que el 81% de las lesiones musculares se producen a nivel del muslo. Su estudio tiene un matiz que nos parece interesante resaltar, este es que además de diferenciar la incidencia lesional entre la región anterior del muslo y la región posterior, nos indica también, cuando la lesión se ha producido en entrenamiento y cuando fue en competición. Así, los autores concluyen que la incidencia lesional en la región posterior es significativamente superior respecto a la región anterior ($p < 0,0001$), además, esta diferencia aumenta si nos referimos a la competición ($p < 0,0001$), mientras que en entrenamiento disminuye.

Fases de recuperación del deportista lesionado

Es importante ubicar el proceso de readaptación, dentro de todo el complejo de recuperación del deportista desde el momento en que ha sufrido la lesión hasta

la vuelta a la competición deportiva. La mayoría de las lesiones sufridas en la participación en el fútbol no requieren atención hospitalaria (J. M. Lynch & Bestit, 1999). Casi todas se producen en las extremidades inferiores y causan daños en los tejidos blandos. Cualquier enfoque de rehabilitación de las lesiones debe intentar restablecer la función normal de la extremidad en cuestión. Las consideraciones más importantes en el tratamiento de las lesiones son recuperar la amplitud o grado de movimiento, la capacidad de resistencia y la fuerza (Ekblom, 1999).

Muchos fenómenos que ocurren en el deporte reclaman la intervención interdisciplinaria y en la recuperación de lesionados aparecen varias funciones (F. García & Giscafne, 2001). Para ello trabaja un equipo multidisciplinar planificando conjuntamente las fases de la evolución del deportista, interrelacionando las funciones del médico como figura principal coordinando toda la recuperación, fisioterapeuta como rehabilitador, preparador físico como readaptador, en ocasiones el psicólogo (J. C. García, 2004; Henschen, Lidor, & Vernacchia, 2005; Roffe, 1998), y en la última fase antes de volver a la competición el entrenador. La enorme heterogeneidad de los factores de riesgo predispuestos define un rasgo predominante en la actuación en relación con las patologías deportivas, en cuanto a su complejidad de diagnóstico, prevención y tratamiento. En este sentido, las lesiones constituyen un desafío para los distintos profesionales cuyo éxito depende en gran medida de una actuación multidisciplinar coordinada y rigurosa (Esparza, 1994; Lalín, 2006; Reverter, 2004).

Durante nuestra investigación, diferenciaremos tres fases dentro de la recuperación del futbolista lesionado (Tabla 1), a diferencia de las cuatro fases

que muestra Paredes en su tesis doctoral para presentar la evolución de un futbolista lesionado en su proceso de recuperación (Paredes, 2009).

FASES DE RECUPERACIÓN DEL DEPORTISTA LESIONADO					
MOMENTO DE LA LESIÓN	I	II		III	VUELTA A LA COMPETICIÓN
	FASE INICIAL REDUCCIÓN DE SÍNTOMAS	FASE INTERMEDIA		FASE FINAL REINCORPORACIÓN	Alta Médica y Deportiva
Diagnostico Médico		Recuperación Funcional	Recuperación específica		
MÉDICO					
	FISIOTERAPEUTA				
	PREPARADOR FÍSICO - READAPTADOR				
	PSICÓLOGO				
				ENTRENADOR	
FASE IV: PREVENCIÓN DE LESIONES (RECIDIVAS)					

Tabla 1. Fases de la recuperación del deportista lesionado

Una vez diagnosticado el tipo de lesión en el momento que se produce, iniciamos la primera fase, denominada como “Fase Inicial: Reducción de síntomas”, en la cual el médico dirige la rehabilitación e informa al fisioterapeuta (es quien actúa en la rehabilitación) de las pautas a seguir sobre los ejercicios del deportista en la camilla. Desde el comienzo de la recuperación, el psicólogo cobra un protagonismo destacado porque servirá de ayuda al jugador y le enseñará habilidades psicológicas para mejorar durante este proceso de recuperación y readaptación.

En la segunda fase, denominada como “Fase intermedia”, dividida en dos partes: *Recuperación funcional* y *Recuperación específica*. La primera parte, llamada *Recuperación funcional*, es donde el médico además de seguir dirigiendo la rehabilitación e informando al fisioterapeuta, coordina esta información con el inicio de la readaptación, e informa al preparador físico (es

quien actúa en la readaptación o recuperación) de los ejercicios apropiados y las cargas adecuadas para que el deportista comience su trabajo en campo. Posteriormente, durante la segunda parte de la segunda fase, denominada *Recuperación específica*, la readaptación del deportista será programada por el preparador físico en coordinación con el médico y con la colaboración del psicólogo. En este momento de evolución, el deportista lesionado comienza a realizar poco a poco esfuerzos y habilidades propias de su especialidad deportiva.

Durante las dos primeras fases, el entrenador debe estar en todo momento informado al detalle de la evolución de la lesión de su jugador por parte del médico, fisioterapeuta, psicólogo y preparador físico, cada uno desde su área.

Finalmente, en la última y tercera fase, denominada “Fase Final: Reincorporación”, el entrenador y el preparador físico diseñan la estructura de los entrenamientos del equipo teniendo en cuenta que el regreso del jugador lesionado debe ser progresivo. Cuando el médico da el alta médica al jugador, y el entrenador le da el alta deportiva (convocándole para competir, e incluso alineándole en el equipo titular), este vuelve a la competición. En numerosos casos, la vuelta a la competición está condicionada por la situación deportiva del equipo y la importancia que el jugador lesionado tenga para su entrenador en ese momento determinado de competición.

Una vez que el deportista vuelve a la competición, hemos añadido una nueva fase, denominada “Prevención de lesiones: Evitar posibles recidivas”, para observar y anotar si existen recidivas en cada tipo de lesión muscular.

1.1.6. Readaptación

Concepto

Los primeros intentos en nuestro país por conceptualizar el entrenamiento cuya finalidad es la de adaptar al deportista a los esfuerzos antes, durante y después de una lesión se lo debemos al profesor Seirul-lo quien, en 1986, definió el concepto de entrenamiento coadyuvante. Bajo éste epígrafe se encuentran aquellas formas de entrenamiento que ayudan a la medicación y contribuyen de modo fundamental en la prevención de lesiones de los deportistas, participando ocasionalmente en la eficacia de la terapia post-lesional (Seirul-lo, 1986). Desde entonces, han existido diferentes intentos por definir y desarrollar esta área de intervención.

Para Commandre et al (1996), la readaptación físico-deportiva representa un período capital en el cual se integra la reeducación del deportista lesionado con las particularidades de las exigencias de la modalidad deportiva (Rochcongar, et al., 2004). El deportista comienza la recuperación hacia su disciplina deportiva enfrentándose de nuevo a las exigencias del entrenamiento y competición. En ambos contextos se completa el entrenamiento del repertorio gestual de los esfuerzos mediante el entrenamiento de fuerza muscular y la propiocepción dirigida sin olvidar el trabajo de resistencia, coordinación y rapidez (Prentice, 2001).

La readaptación lesional puede ser entendida como conjunto de medidas médico-terapéuticas y físico-deportivas destinadas a prevenir los riesgos de lesión, restablecer y desarrollar la salud deportiva y mejorar u optimizar el rendimiento del deportista para posibilitar una mayor vida deportiva. Para Lloret (1990) representa el área específica de trabajo del equipo médico y deportivo

que utiliza los conocimientos y enseñanzas de la cinesioterapia activa para su aplicación en la rehabilitación del deportista lesionado, en su vertiente preventiva o de readaptación deportiva propiamente dicha (Lloret & Riera, 1998).

Un programa de recuperación individualizado y específico permite al jugador recuperarse de su lesión con la mayor brevedad temporal posible (R. D. Hawkins & Fuller, 1998; Walden, et al., 2005).

Como resumen de otros autores, definimos el proceso de readaptación como el método de trabajo que planifica la vuelta a la competición del deportista que ha sufrido una lesión. Dicho proceso lo entendemos como la continuación del tratamiento de rehabilitación después de haber sufrido una lesión. La intención es evitar la falta de planificación en el paso del tratamiento rehabilitador al entrenamiento deportivo, hecho que aumenta de forma importante la posibilidad de provocar recidivas o compensaciones musculoesqueléticas que podrían llevar a nuevas lesiones.

Dentro del área de la readaptación lesional podríamos definir dos ámbitos funcionales de actuación profesional con objetivos, medios y competencias diferentes, pero en ocasiones comunes en cuanto a una de sus herramientas de trabajo; el ***ejercicio físico***: la ***recuperación funcional deportiva*** (RFuD) y la ***readaptación físico-deportiva*** (RFiD).

La RFuD puede definirse como el tratamiento o entrenamiento funcional sistemático de lesiones o disfunciones del aparato locomotor activo, de los aparatos de sostén y de apoyo pasivo y de los sistemas neuromuscular y cardiopulmonar, con el fin de restablecer la función normal (Einsingbach,

Kiamper, & Biedermann, 1989). Esparza (1994) considera que es el proceso mediante el cual el escalón médico-sanitario cura la estructura lesionada y recupera la función normal. También puede ser considerada como parte de la rehabilitación que utiliza el movimiento deportivo, producido por la actividad muscular con *finalidades meramente terapéuticas* y con unos objetivos traumatológico, circulatorios y nerviosos, claramente reconocidos (Lloret & Riera, 1998).

El proceso de readaptación debe estar integrado y coordinado dentro de un programa multidisciplinar formado por el cuerpo médico, fisioterápico y técnico, enmarcando al readaptador, protagonista de esta fase, entre el fisioterapeuta y el cuerpo técnico (Paredes, 2004).

El readaptador físico-deportivo se define como aquel preparador físico o entrenador personal especializado que forma y prepara al deportista lesionado, generalmente en una situación individual, en la realización de ejercicios apropiados y seguros con el objetivo de prevenir, restablecer su condición física y mejorar su eficacia deportiva para incorporarse lo antes posible al entrenamiento de grupo y a la competición (Lalín, 2008a, 2008b). Siguiendo esta idea, (Alonso & León, (2001), afirman que dada la utilidad y el conocimiento teórico y práctico que tienen los profesionales de la actividad física y el deporte, es necesario incorporar a estos profesionales a los equipos de trabajo médico-terapéuticos y técnico-deportivos. No se trata, bajo ningún concepto, de sustituir el trabajo del fisioterapeuta, es exactamente todo lo contrario; se trata de culminar y complementar aquello que al fisioterapeuta le resultaría complejo y difícil porque requiere de otros elementos y conocimientos de carácter biológico, psicológico, pedagógico y motriz sobre el ejercicio físico.

Los efectos beneficiosos del trabajo del readaptador físico-deportivo sobre el jugador de fútbol pueden dividirse en prevención primaria (disminuye el riesgo de padecer ciertas lesiones como esguinces, roturas musculares, estrés, tendinitis, etc.), prevención secundaria (forma parte del tratamiento precoz de estas patologías, mejorando su control y disminuyendo la posibilidad de lesiones importantes), prevención terciaria (la recuperación física y la prevención de recaídas), reeducación de las áreas corporales que lo precisen, evaluación continua del deportista de manera individualizada, y aumentar la sensación de bienestar tanto físico como mental, el rendimiento individual, y por lo tanto, el rendimiento colectivo en competición (Lalín, 2008a, 2008b). Los principios básicos del readaptador los podemos enumerar como el de individualización y adecuación a la edad, de relación óptima entre carga y recuperación, de multilateralidad, de progresión y de reeducación (Paredes, 2004).

La actividad del deportista en el proceso de reentrenamiento, debe dirigirse hacia la adquisición, perfeccionamiento y consolidación de recursos útiles y eficaces que optimicen sus posibilidades de rendimiento una vez incorporado al entrenamiento del equipo y a la competición (Buceta, 1998). Distinguiremos por lo tanto dos aspectos a tener en cuenta: la capacidad de rendimiento para el entrenamiento a un nivel igual o superior al resto del equipo una vez que se incorpora y, por otro lado, el rendimiento del deportista una vez que se reintegra a la competición oficial. El primero de ellos, hace referencia al nivel de asimilación de la información, la ejecución de conductas y el desarrollo de hábitos para la aplicación de los recursos del deportista en el entrenamiento;

mientras que el segundo, implica la apuesta en práctica, eficaz, de los recursos disponibles para la competición (Buceta, 1998).

1.1.7. Aplicación de los métodos de control y evaluación para los procesos de recuperación de lesiones

Los métodos de control y evaluación del proceso lesional implican estrategias tanto psicológicas como físicas dado la naturaleza multifactorial de las lesiones deportivas (Bauman, 2005; Opar, Williams, & Shield, 2012). Desde el punto de vista del preparador físico-readaptador, son múltiples las variables y métodos que se han utilizado en la literatura para cuantificar el proceso de recuperación de lesiones, siendo en la actualidad aquellas relacionadas con la capacidad de producir fuerza las más estudiadas (Bizzini & Dvorak, 2015; Lauersen, Bertelsen, & Andersen, 2014; Mendiguchia et al., 2014; Pruyn et al., 2012; Schmitt, Tyler, & McHugh, 2012). Por ejemplo, se ha comprobado que la actividad muscular evaluada mediante electromiografía antes y después de una lesión constituye una herramienta eficaz y reproducible, tanto en campo como en laboratorio, para evaluar el proceso de recuperación de la dolencia (Romero & Tous, 2010). Es más, un reciente meta-análisis en el que se analizaron todos los estudios en la literatura sobre tratamientos basados en ejercicio para la prevención de lesiones demostró que, de todas las estrategias utilizadas (stretching, trabajo propioceptivo o entrenamiento de fuerza), el entrenamiento y la evaluación de la fuerza muscular es la metodología más eficaz (Lauersen et al., 2014). Así, la importancia del entrenamiento y la cuantificación de la capacidad de producir fuerza, mediante la evaluación de variables como la velocidad de carrera, la altura alcanzada en el salto vertical o la fuerza máxima

de los miembros inferiores son considerados en la actualidad fundamentales (Mendiguchia et al., 2014; Sconce, Jones, Turner, Comfort, & Graham-Smith, 2015; Souissi et al., 2011).

Es más, un reciente estudio ha demostrado que la distancia recorrida a sprint durante los entrenamientos es un factor de riesgo de lesiones musculares, de tal manera que los jugadores con una mayor sobrecarga de entrenamiento en esta habilidad en el que la capacidad de producir fuerza explosiva es fundamental eran los que tenían más índice de lesiones (Colby et al., 2014). Por ello, cuantificar la producción de fuerza y la cantidad de esfuerzos explosivos de los futbolistas durante el entrenamiento es considerado clave para el control del proceso de recuperación.

1.1.8. FISIOPATOLOGÍA MUSCULAR

- Anatomía de los músculos afectados
- Funciones de los músculos afectados con respecto a la actividad del fútbol
- Clasificación de las roturas musculares
- Bioquímica de la rotura muscular
- Fisiopatología de la rotura muscular: excéntrico
- Fisiopatología de la reparación muscular

Las lesiones musculares son muy frecuentes en el mundo del deporte, especialmente en el fútbol. Los estudios epidemiológicos más recientes

muestran que las lesiones musculares suponen más del 30% de todas las lesiones (1,8-2,2/1.000 h de exposición), lo que representa que un equipo profesional de fútbol padece una mediana de 12 lesiones musculares por temporada que equivalen a más de 300 días de baja deportiva.

Casi la totalidad de las lesiones se asientan sobre la unión musculotendinosa. Tanto la ecografía musculoesquelética como la RM permiten obtener información exacta de la lesión muscular en relación con el tejido conectivo afectado.

Según el tipo de afectación miotendinosa o interaponeurótica, así como la extensión topográfica de cada tipo de lesión, el pronóstico puede variar y, por tanto, se deberá tener en cuenta para dar el alta deportiva para la vuelta a la competición. En este sentido varios estudios empiezan a dar evidencia clara de esta cuestión, y lo que parece claro es que cuando más afectado esté el componente conectivo y el área de la lesión, peor será el pronóstico.

Se describen a continuación las causas más frecuentes de lesión muscular (Ekstrand et al., 2012):

1. Fatiga muscular: Cuando la intensidad es muy elevada o la duración de un ejercicio es muy prolongada, especialmente al final de las sesiones de trabajo, se producen alteraciones iónicas en el sarcolema que facilitan la aparición de estas lesiones musculares. Estas modificaciones tienen su origen en el exceso de sudoración que incrementa la eliminación masiva de iones y agua. También durante el proceso de fatiga muscular, se reduce la capacidad de absorber energía y de generar tensión durante la contracción excéntrica, manteniéndose conservada la capacidad de estiramiento fibrilar.

2. Alteraciones en el equilibrio muscular: Para llevar a cabo un movimiento existe un grupo muscular que realiza la función predominante o principal, otros que apoyan ese movimiento (sinérgicos) y otros que se oponen al mismo (antagonistas). Para que un músculo pueda contraerse correctamente, se necesita que otro se relaje permitiendo hacer el movimiento con normalidad. Si el músculo principal se contrae de forma desproporcionada con relación a su antagonista, éste a veces no soportará esa tracción y llegará a romperse durante la contracción. Por ello se precisa un entrenamiento muscular óptimo para conseguir una reducción en la incidencia de estas lesiones. Dicho acondicionamiento debe incluir trabajo de fuerza, corrección de desequilibrios y trabajo máximo de resistencia muscular para conseguir una mejora de la coordinación intermuscular.

3. Cambio de los sistemas de trabajo y de las superficies de entrenamiento: Estas modificaciones pueden ocasionar un mayor grado de fatiga muscular en grupos musculares diferentes a los habitualmente utilizados, lo que puede originar la aparición de accidentes musculares especialmente cuando se lleva a cabo una deficiente programación de cargas. Además, cuando se trabaja en diferentes superficies de entrenamiento, las inserciones musculares tienen que adaptarse a los distintos tipos de dureza del terreno. En estos casos el proceso de amortiguación no es el mismo y la fuerza que el cuerpo tiene que hacer para adaptarse a estos cambios también es diferente. Finalmente, el cambio frecuente de calzado deportivo o la práctica de una inadecuada técnica de carrera conlleva la aparición de procesos de sobrecarga.

4. Otros factores: Son aquellos derivados de las condiciones meteorológicas (elevadas bajas temperaturas, grado de humedad, etc.), condiciones

tecnológicas (material inadecuado, mala técnica, etc.), defectos nutricionales, falta de descanso, infecciones, viajes prolongados, etc.

1.1.8.1. Clasificación de las lesiones musculares (Noya et al., 2012)

Comentario [UAX8]: Falta poner bibliografía en estos párrafos (pon alguna que tengas por ahí)

Las lesiones musculares se clasifican, según el mecanismo lesional, de forma clásica en extrínsecas (o directas) o intrínsecas (o indirectas) (Bahr R., 2007).

- Las lesiones extrínsecas Las que son consecuencia de un trauma directo sobre el músculo es decir las contusiones, y éste se ve sometido a una fuerza de compresión contra el hueso subyacente, lo que ocasiona una rotura y hemorragia profunda. La lesión del tejido muscular y la hemorragia profunda siguen de una reacción inflamatoria, formándose un tejido de granulación que madurará para producir una cicatriz de tejido colágeno denso. Las contusiones musculares se localizan con mayor frecuencia en las zonas profundas del músculo, cerca del hueso, pero también pueden ser superficiales y aparecer en cualquier parte del músculo. De entre ellas, el músculo más afectado es el cuádriceps. Se trata de lesiones, en general, poco graves que se resuelven en escaso tiempo

- Las lesiones intrínsecas, por estiramiento, se producen por la aplicación de una fuerza tensional superior a la resistencia del tejido, cuando éste está en contracción activa (contracción excéntrica). La fuerza y la velocidad con que se aplica la tensión son variables que modifican las propiedades viscoelásticas del tejido, cambiando la susceptibilidad a la rotura. También pueden influir la fatiga local y la temperatura tisular. El jugador nota un dolor repentino, en forma de tirón o de pinchazo, y se relaciona normalmente con un sprint, un cambio de

ritmo o un chut Este es el tipo de lesiones que presenta, con gran diferencia, una mayor incidencia y prevalencia en deportes como el fútbol, en el que hemos centrado este estudio Dentro de las lesiones musculares sin afectación evidente de la estructura y sin alteración ecográfica se encuentra el calambre, la contractura y el dolor muscular de origen tardío (DOMS).

Son lesiones que afectan casi siempre a los miembros inferiores, sobre todo a aquellos músculos que abarcan dos articulaciones como son el recto anterior del cuádriceps, el bíceps femoral y el gemelo interno. Como consecuencia de una descoordinación neuromuscular momentánea Estos músculos se ven afectados en mayor medida porque son más susceptibles de lesionarse cuando son sometidos a una extensión forzada Su localización más frecuente es la unión músculo-tendinosa, es decir, en el lugar más débil (Noya et, 2012).

Comentario [UAX9]: Hasta aquí añadir bibliografía en estos párrafos

Siguiendo los conceptos más actuales proponemos las siguientes tablas de clasificación de las lesiones musculares (tablas 2 y 3) según diferentes criterios.

Tabla 2. Lesiones musculares en la región anterior y posterior del muslo tanto en entrenamiento como en competición (Hawkins y col., 2001)

ENTRENAMIENTO	TOTAL COMPETICIÓN		
Región Anterior	67%	71%	60%
Región Posterior	33%	29%	40%

Tabla 3. Clasificación de las lesiones musculares

LESIONES MUSCULARES	CLASIFICACIÓN SEGÚN O'DONOGHUE (1997)	CLASIFICACIÓN SEGÚN RYAN (1969)
Desgarro muscular	Grado I	Grado II
Ruptura parcial sin desgarro de la fascia	Grado II	Grado II
Ruptura parcial con desgarro de la fascia	Grado II	Grado III
Ruptura completa	Grado III	Grado IV

Respecto al pronóstico, los días de baja son orientativos, varían en función del músculo lesionado, de su topografía y de la demanda que posteriormente se haga.

1.1.8.2. Nomenclatura Estadios Características Pronóstico

Guía de Práctica Clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención (Servicios Médicos Barcelona Fútbol Club, 2009)

- Contractura y/o DOMS Grado 0:

Alteración funcional Las contracturas musculares afectan a un amplio espectro de la población, desde deportistas bien entrenados hasta ancianos. Se deben a focos de actividad muscular espontánea que provocan espasmo muscular y

Comentario [UAX10]: Falta bibliografía en los párrafos de este apartado

dolor. Su patogénesis es desconocida, pero se han identificado múltiples factores predisponentes, como el ejercicio prolongado, la deshidratación, las temperaturas extremas, la acidosis láctica, la hemodiálisis crónica, la aterosclerosis y las várices, elevación de proteínas y enzimas.

Aunque hay desestructuración leve del parénquima muscular se considera más un mecanismo de adaptación que una lesión verdadera. Su recuperación suele ser de 1 a 3 días

- Distensión muscular (grado I). Microrrotura fibrilar

Alteraciones de pocas fibras y poca lesión del tejido conectivo y/o elongación muscular.

La lesión ocurre cuando el músculo se alarga hasta el límite de su elasticidad. Los pacientes refieren dolor muscular severo sin dolor localizado a la palpación. Esta entidad es indistinguible de una contractura muscular. Se trata de lesiones fundamentalmente microscópicas, que afectan a menos de 5% de la sustancia muscular.

Microscópicamente se ven cavidades con líquido serosanguinolento que corresponden a pequeñas colecciones líquidas que ocupan los huecos dejados por la retracción de las miofibrillas. Recuperación entre 10-15 días.

- Rotura fibrilar Grado II Afectaciones de más fibras y más lesiones del tejido conectivo, con la aparición de un hematoma

Se trata de una lesión más extensa que se produce cuando el músculo se esfuerza más allá del límite de su elasticidad. Afecta a más de 5% de la sustancia muscular, pero no afecta a toda su extensión transversal. En el

momento de la lesión, el paciente experimenta un “tirón” acompañado de dolor local intenso de aparición súbita. Hay impotencia muscular total y la función muscular se va recuperando lentamente en los días sucesivos. A diferencia de lo que ocurre en las lesiones por distensión muscular, hay dolor localizado a la palpación y aumento de volumen. Si el músculo es superficial, 12 a 24 h después puede aparecer equimosis distal a la lesión. Su recuperación es entre 3 a 6 semanas

- Rotura muscular Grado III Rotura importante o desinserción completa.

La funcionalidad de las fibras indemnes es del todo insuficiente

Es menos frecuente que las lesiones por distensión o desgarro parcial. Su presentación clínica inicial es muy similar a la rotura parcial; sin embargo, en esta entidad persiste la impotencia funcional total. Si el músculo es superficial puede palparse un hueco entre los extremos rotos retraídos. La equimosis es más frecuente que en el desgarro parcial. Recuperación entre 8 a 12 semanas (Servicios Médicos Barcelona Fútbol Club, 2009).

Comentario [UAX11]: Hasta aquí la bibliografía

Comentario [UAX12]: Falta bibliografía en los párrafos de este apartado

1.8.1.3. Descripción de los grupos musculares con mayor índice de lesiones en fútbol (Bahr et al., 2007)

BICEPS FEMORAL

Origen de la porción larga

Porción distal del ligamento sacrotuberoso y parte posterior de la tuberosidad del isquion

Origen de la porción corta

Labio externo de la línea áspera, dos tercios proximales de la línea supracondilea y tabique intermuscular externo



Figura 1. Bíceps Femoral

Insertión

Cara lateral de la cabeza del peroné, meseta externa de la tibia y fascia profunda en el lado externo de la pierna

Acción

Las porciones largas y cortas del bíceps femoral producen la flexión y rotación externa de la articulación de la rodilla. Además la porción larga extiende y ayuda a la rotación externa de la articulación de la cadera

Comentario [UAX14]: Todas las figuras deben ir numeradas. Por tanto esto será figura 1 y as

Comentario [UAX16]: Las imágenes deben ser originales o manipuladas, no debe contener ninguna imagen sin autorización del autor. Lo mejor es hacer fotos
CUIDADO CON ESTO. LAS TESIS SON PÚBLICAS Y HAY DERECHOS DE AUTOR

Comentario [JLL-17]: N agradecimientos he incluido la cesión de las imágenes por parte de la autora

Comentario [UAX13]: Idem bibliografía (pon como bibliografía un par de libros de anatomía y vale

Comentario [JLL-15]: cambiado

CUADRICEPS FEMORAL

Origen del recto anterior:

La porción directa en la espina iliaca anteroinferior. La porción refleja en el surco situado por encima del reborde del acetábulo

Origen del vasto externo

Porción proximal de la línea



Figura 2. Cuádriceps Femoral

intertrocanterea, bordes anterior e inferior del trocánter mayor, labio externo de la tuberosidad glútea, mitad proximal del labio externo de la línea áspera y tabique intermuscular externo

Origen del vasto intermedio

Superficie anterior y externa de los dos tercios proximales del cuerpo del fémur, tercio distal de la línea áspera y tabique intermuscular externo

Origen del vasto interno

Mitad distal de la línea intertrocanterea, labio interno de la línea áspera, porción proximal de la línea supracondilea interna, tendones de los aductores largo y mayor y tabique intermuscular interno

Inserción

Borde proximal de la rótula y en el ligamento rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia

Acción.

El cuádriceps extiende la articulación de la rodilla y la porción del recto anterior flexiona la articulación de la cadera

SOLEO

Origen

Superficies posteriores de la cabeza del peroné y tercio proximal de su cuerpo, la línea del soleo y tercio medio del borde interno de la tibia y arco tendinosos entre la tibia y el peroné

Inserción

Juntamente con el tendón de los gemelos, en la superficie posterior del calcáneo

Acción:

Flexión plantar de la articulación del tobillo

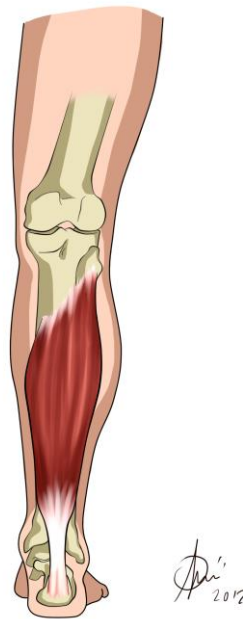


Figura 3. Soleo

ADUCTOR MAYOR

Origen

Rama pubiana inferior, rama del isquion (fibras anteriores) y tuberosidad isquiática (fibras posteriores)

Inserción

Por dentro de la tuberosidad glútea, parte media de la línea áspera, línea supracondílea interna y tubérculo aductor del cóndilo interno del fémur.



Figura 4. Aductor Mayor

Acción

Aducción de la articulación de la cadera. Las fibras anteriores que se originan de las ramas del pubis y del isquion, pueden ayudar a la flexión, mientras que las fibras posteriores originadas de la tuberosidad isquiática pueden ayudar a la extensión.

1.1.8.4. Métodos para la evaluación del rendimiento antes y después de la lesión.

En la literatura revisada, encontramos un reciente estudio (Jeong, Reilly, Morton, Bae, & Drust, 2011), donde comparan la carga en diferentes momentos de la temporada futbolística mediante la utilización de GPS. Este tiempo de empleos, nos alienta para poder comprobar el estado de forma de nuestro jugador antes de la lesión y tras la lesión, teniendo registros de entrenamientos en ambos momentos.

Dentro de nuestra línea, la pionera tesis doctoral de Víctor Paredes acerca de la cuantificación de las cargas en la readaptación de lesiones por medio de la FC nos sirve de paso previo para añadir un escalón más en esta línea con la suma de otros componentes como distancia, velocidad, aceleraciones que se pueden controlar y evaluar con el GPS en el proceso de readaptación.

Debido a su empleo poco común, es por ello, el interés que nos surgió emplear la tecnología GPS con medición de FC para cuantificar la carga de las diferentes tareas de entrenamiento y comparar el estado del jugador en el pre y el post. Son muchos los estudios que han utilizado esta herramienta para estudiar las demandas fisiológicas y características del fútbol en competición y es posible controlar el proceso de readaptación con este método.

2. TRABAJO EMPÍRICO

Comentario [UAX18]: Quitaría este título directamente

Comentario [JLL-19]: He hablado con Carlos y Victor y opinan que si lo dejo así queda más ordenada la estructura ¿Qué te parece?

2. TRABAJO EMPÍRICO

Comentario [UAX20]: Título:
Objetivos

Comentario [JLL-21]: Dejarlo
atendiendo a lo que te he comentado
antes



2.1. Objeto de estudio de la investigación

Las lesiones musculares son frecuentes en el fútbol profesional (Stubbe et al., 2015). Dado el alto grado de profesionalización de este deporte, es indispensable para los clubes llevar a cabo estrategias de recuperación de las lesiones (especialmente de sus jugadores más ilustres) con el fin de minimizar las pérdidas futbolísticas, económicas y mediáticas que la baja deportiva supone. El tener un jugador parado le cuesta al Club muchas pérdidas, por lo que cada día se necesita más de un sistema de recuperación que minimice estos tiempos, y por tanto, no cause demasiado perjuicio a los intereses del club, y en detrimento del propio futbolista. Las exigencias respecto a la recuperación de las lesiones son muy elevadas, esto nos empuja a profundizar

en los sistemas de recuperación para conseguir una mejor recuperación y en el menor tiempo posible. Para ello, y con el fin de mejorar la labor del preparador físico-recuperador en los equipos de fútbol intentamos emplear los recursos tecnológicos que nos permiten tener un mayor seguimiento de la carga, los impactos producidos en el cuerpo, y el proceso de recuperación del futbolista lesionado, registrando datos referentes a la aceleración producida en los tres ejes. Por otro lado, Si conocemos las cargas de trabajo previas a la lesión nos permitiría contar con criterios objetivos para poder recomendar la vuelta a la competición al mismo nivel previo a la lesión.

Todos los trabajos publicados hasta la fecha utilizando GPS, hablan de esfuerzos realizados en futbolistas sanos, con lo que no se pueden extrapolar dichos resultados a jugadores lesionados, ni aplicarlos a las cargas de trabajo para reducir su tiempo de vuelta a la competición. Es necesario aplicar dicha tecnología a jugadores lesionados, ya que un conocimiento exacto de los esfuerzos realizados por dichos jugadores nos permitiría aplicar individualmente las cargas de trabajo evitando riesgos de recidiva y acortando los tiempos de recuperación.

2.2. Objetivo general

- Analizar y cuantificar el proceso de recuperación de lesiones en futbolistas profesionales mediante la utilización de tecnología GPS.

Comentario [UAX22]: Objetivo general sin poner tesis

Comentario [JLL-23]: Corregido

2.3. Objetivos específicos

- Describir los valores medios de la duración, frecuencia cardíaca, velocidad, distancia recorrida y número de aceleraciones durante los

Comentario [UAX24]: Objetivos específicos sin poner tesis

entrenamientos en el periodo de recuperación de las lesiones producidas.

- Conocer los valores de las citadas variables previas a la lesión mediante la utilización de nuevas tecnologías para recomendar la vuelta a la competición al mismo nivel previo a la lesión.
- Diseñar estrategias de recuperación individuales en función de las variables mencionadas para disminuir los tiempos de recuperación de los futbolistas lesionados.
- Diseñar estrategias de prevención de lesiones utilizando datos cuantitativos mediante el uso de tecnología GPS y de frecuencia cardíaca.
- Comparar los niveles pre-post lesión como criterio objetivo para comprobar si los futbolistas han retornado a sus niveles de carga de entrenamiento compatibles con la vuelta a la competición.

2.4. Hipótesis

Utilizando nuestro sistema de estudio de los esfuerzos realizados mediante GPS en el futbolista sano y lesionado, y aplicando cargas de trabajo individualizadas en función de dichos esfuerzos, conseguimos que la vuelta a la competición del futbolista tenga unos registros en sus niveles físicos que sean similares a los que realizaba antes de la lesión; y por tanto podemos disminuir el número de lesiones, los tiempos de recuperación y la disminución de las

recidivas. Además, después del proceso de recuperación, los deportistas volverán a sus niveles previos de duración, frecuencia cardíaca, velocidad, distancia recorrida y número de aceleraciones durante el entrenamiento.

2.5. Materiales y Métodos

2.5.1. Población de estudio

La muestra o población de estudio de nuestra investigación corresponde a un equipo de fútbol de la 1ª División, son veinticinco sujetos, futbolistas varones profesionales, con edades comprendidas entre los dieciocho y treinta y seis años, durante una temporada (2010/11). Del total de jugadores, siete de ellos sufren una lesión muscular, uno de ellos dos lesiones musculares diferentes, y dieciocho no sufren ninguna lesión muscular a lo largo de toda la temporada.

Para diferenciar a los jugadores por sus puestos específicos durante la competición, desde el punto de vista táctico, utilizaremos como terminología la posición de portero, defensa (para laterales y centrales), centrocampista (para mediocentros e interiores) y delantero (para mediapuntas, extremos y delanteros centro) (Tabla 4).

Tabla 4. Características de los sujetos lesionados de la presente Tesis Doctoral

SUJETO	Altura (cm)	Peso (Kg)	Edad (años)	Posición Táctica	MÚSCULO LESIONADO
6Y	177	75	26	Mediocentro	ADUCTOR
23C	174	74	22	Lateral	SOLEO
8M	172	66	35	Mediapunta	ISQUIOS
					SOLEO
4A	193	91	28	Central	ISQUIOS
11A	184	78	29	Delantero	SOLEO
2T	175	68	25	Lateral	CUADRICEPS
25D	189	83	29	Delantero	ISQUIOS

Comentario [UAX25]: Este cuadro va en resultados

Comentario [JLL-26]: Después de consultarlo con Víctor y Carlos, creemos que hay que dejarlo aquí al tratarse de un cuadro descriptivo de la muestra y no de resultados.

2.5.2. Instrumental

Sistema GPS

El análisis de la actividad física realizada durante los entrenamientos se llevó a cabo mediante un sistema de posicionamiento global, Sistema Spi Elite (GPSports Systems, Fishwick, Australia). Este sistema (GPS) se basa en la emisión de señales de radio sincronizadas por medio de veinticuatro satélites en órbita alrededor de la tierra. Cada satélite está equipado para emitir con alta precisión el tiempo y la posición exactos. Las señales recibidas por dos satélites son convertidas en distancia por procedimientos trigonométricos. De esta manera el software, Team AMS V2.0 (GPSports Systems, Fishwick, Australia), puede fácilmente calcular la distancia hasta cada satélite y conocer la velocidad a la que viaja la señal. A partir de estos datos, la señal de un punto (en este caso el jugador equipado con el GPS) puede calcularse desde la situación de tres satélites de forma simultánea, para obtener las coordenadas en dos dimensiones. En el caso que se deseen coordenadas tridimensionales, la información debe obtenerse desde cuatro satélites (Elgethun, Yost, Fitzpatrick, Nyerges, & Fenske, 2006; Herring, 1996; Larsson, 2003; Schutz & Chambaz, 1997; Wisbey et al., 2006). El jugador se colocaba el sistema GPS antes del inicio de la sesión de entrenamiento en la parte postero-superior de la espalda (a la altura de la séptima vértebra cervical), sujeto mediante un arnés que rodeaba los hombros del deportista. El peso total del equipamiento (cien gramos aproximadamente) no interfería en la habitual práctica durante el entrenamiento. Estos modelos de dispositivos han sido utilizados en la literatura científica con el objetivo de estudiar distancias y velocidades recorridas, así como la frecuencia cardíaca puesto que lo acompaña un

receptor polar a la altura del pecho, además de utilizarse para monitorizar el entrenamiento en numerosos equipos de fútbol profesional (Randers et al., 2010). Este proceso se repitió cada entrenamiento, colocándolo antes de empezar el entrenamiento, y recogiendo al final la fase final del entrenamiento, coincidiendo con el momento de estiramientos. Al finalizar el entrenamiento los datos eran volcados en un ordenador. Las unidades *SPI10* que operan a una frecuencia de muestreo de 1 Hz. El intervalo de registro de este parámetro era de 5 segundos.

2.5.3. Diseño y aproximación metodológica de la Tesis Doctoral

Dentro del marco sobre metodología de la investigación, que presentan Hernández, Fernández y Baptista (Hernández et al., 2003), realizamos un esquema en relación a los enfoques de la investigación científica:

Enfoques de la investigación científica

- Cuantitativo (Deductivo).
- Cualitativo (Inductivo).
- Mixto o integrado o multimodal
 - Modelo de dos etapas.
 - Modelo de enfoque dominante.
 - Modelo mixto propiamente dicho.

Nuestro estudio de investigación es cuantitativo y cualitativo, y con diseño no experimental.

“En términos generales, los dos enfoques, cuantitativo y cualitativo, utilizan cinco fases similares y relacionadas entre sí. Llevan a cabo observación y evaluación de fenómenos. Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas. Prueban y demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento. Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis. Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar, cimentar y/o fundamentar las suposiciones e ideas; o incluso generar otras” (Hernández et al., 2003).

Estas cinco fases aparecen a lo largo de nuestro estudio. Durante la primera fase, se llevan a cabo observación y evaluación de las lesiones que aparecen.

En la segunda fase, se establecen ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas en las ocho lesiones del estudio.

Durante la tercera fase, se prueban y demuestran el grado en que las ideas sobre la readaptación de lesiones y como cuantificarlas, tienen fundamento.

En la cuarta fase, se revisan tales ideas sobre la base de las pruebas o del análisis durante nuestro estudio.

Y en la última fase, se proponen nuevas observaciones y evaluaciones para fundamentar los conocimientos y las ideas sobre la cuantificación en la readaptación de lesiones musculares, o incluso para generar otras (Hernández et al., 2003).

Nuestro enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar la hipótesis establecida previamente, y confía en la medición numérica y la cuantificación para establecer los patrones de comportamiento en nuestra población de estudio. Nos otorga control sobre los fenómenos y un punto de vista de conteo y magnitudes de éstos. Así mismo nos brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares. Por su parte, la investigación cualitativa da profundidad a los datos, la dispersión, la riqueza interpretativa, la contextualización del ambiente, los detalles y las experiencias únicas. A su vez aporta un punto de vista fresco y natural de los fenómenos observados (Hernández et al., 2003).

Siguiendo el marco sobre metodología de la investigación en el que basamos nuestro trabajo (Hernández et al., 2003), realizamos un esquema en relación a las definiciones del alcance de la investigación:

Definición del alcance de la investigación

- Explicativa.
- Correlacional.
- Descriptiva.
- Exploratoria.

Nuestra investigación la enmarcaríamos sobre todo en el alcance descriptivo, con el valor de ubicar las variables y con el propósito de tener una medición precisa o descripción profunda, aunque no descartamos propiedades de otros

modelos, como es la pretensión de entender el fenómeno (modelo explicativo) o de familiarizarnos con el fenómeno (modelo exploratorio) (Hernández et al., 2003).

La búsqueda bibliográfica se inicia en base a las palabras clave ("readaptación", "lesión muscular", "fútbol", "cuantificación", "GPS", "functional recovery", "functional rehabilitation", "muscular injury", "load training", "quantifying", "football" y "soccer"). Hemos buscado en las bases de datos relacionadas directamente con el área, consultado los catálogos más específicos en diferentes bibliotecas y también hemos leído la bibliografía de los artículos y publicaciones de mayor interés.

Las referencias bibliográficas se han citado según las normas APA 5ª edición utilizando el gestor de bases bibliográficas EndNote.

Cuanto mejor se conozca un tema, el proceso de afinar la idea será más eficiente y rápido. Podríamos decir que hay temas ya investigados, estructurados y formalizados, sobre los cuales es posible encontrar documentos, como las lesiones en fútbol; temas ya investigados pero menos estructurados y formalizados, de los que existen pocos documentos y el conocimiento puede estar dispersos o no ser accesibles, como los tratamientos en la lesiones musculares bajo la visión de la medicina deportiva; y temas pocos investigados y poco estructurados, los cuales requieren un esfuerzo para encontrar lo que se ha investigado aunque sea escaso; y temas no investigados, como la readaptación de lesionados y su cuantificación por parte del preparador físico o readaptador físico-deportivo.

La recolección de datos ocurre completamente en los ambientes naturales y cotidianos de los sujetos (Hernández et al., 2003). Para la recogida de datos en nuestra investigación, hemos estado presentes en todos los entrenamientos de los jugadores lesionados, tanto en el gimnasio como en el campo de fútbol observando los comportamientos de los sujetos de nuestra muestra. En todo momento, resultaba muy interesante, además de cuantificar los días de readaptación y la carga de entrenamiento, el qué sienten los jugadores lesionados, cómo piensan, cómo interactúan, etc. Hemos creado un calendario sobre las lesiones musculares que tuvimos, durante la temporada 2010/11 (Tabla 5).

Tabla 5. Calendario de lesiones 2010/2011

SUJETO	MÚSCULO LESIONADO	MOMENTO DE LESIÓN	VUELTA A LA COMPETICIÓN	DÍAS PARA COMPETIR
6Y	ADUCTOR	23-Jul-2010	2-Sep-2010	41
23C	SOLEO	31-Jul-2010	18-Ago-2010	18
8M	ISQUIOS	1-Oct-2010	18-Nov-2010	38
4A	ISQUIOS	2-Ene-2011	27-Feb-2011	56
11A	SOLEO	9-Ene-2011	27-Feb-2011	35
2T	CUADRICEPS	3-Mar-2011	20-Mar-2011	17
8M	SOLEO	17-Feb-2011	3-Abr-2011	17
25D	ISQUIOS	19-Abr-2011	1-May-2011	12

Comentario [UAX27]: Esta tabla es de resultados

Comentario [JLL-28]: Al igual que el anterior, pensamos que es la descripción del diseño y no son resultados, por lo que debería quedarse aquí si te parece bien.

Los sujetos fueron sinceros y abiertos durante toda la temporada, ya que logramos un clima de confianza para que lo fueran. Registramos los acontecimientos y sucesos relevantes al problema de investigación dentro del ambiente de nuestro equipo de fútbol estudiado. También, recolectamos la información necesaria y suficiente para poder cumplir con los objetivos del estudio, y recogimos testimonios y declaraciones de los sujetos en su propio lenguaje. Logramos no influir ni desviar el curso de los acontecimientos y registramos los hechos relevantes. Obtuvimos diferentes perspectivas y puntos

de vista de los sujetos, y fuimos cuidadosos en los procedimientos y los aplicamos de manera rigurosa, logrando no dejar a un lado detalles importantes. Revisamos los datos obtenidos conjuntamente con nuestro equipo multidisciplinar, y consultamos también a otros investigadores, de esta forma, enriquecimos nuestra perspectiva mediante el trabajo en equipo.

Comentario [UAX29]: Esto en discusión

Comentario [JLL-30]: Como he indicado arriba, se trata de descripción del diseño y por eso pensamos que debe ir aquí. Si a ti te parece bien.

2.5.4. Procedimiento

2.5.4.1. Medición de la condición física aeróbica: Test de Conconi

Previamente a la realización del estudio, todos los futbolistas realizaron el test de Conconi para conocer sus niveles de condición física aeróbica previos al estudio. Dicho test utiliza los valores de frecuencia cardíaca basal, máxima y en cada etapa durante un test de carrera incremental para determinar indirectamente los umbrales aeróbico y anaeróbico de los deportistas, los cuales se utilizarán como referencia para cuantificar sus cargas de entrenamiento. El test se desarrolla en una pista de atletismo de 400 metros. Después de realizar 10 minutos de calentamiento, comienza la prueba a una velocidad de 10 km/h. Cada 200 metros se aumenta la velocidad en 0,5 km/h, a la vez que al jugador se le avisa un sonido o un silbido. El test finaliza cuando los jugadores no pueden mantener la velocidad establecida. Para la frecuencia cardíaca basal, situamos a todos los jugadores en la posición de tendido supino, y tras mantenerlos cinco minutos estado de reposo, anotamos la frecuencia cardíaca basal. La frecuencia cardíaca máxima se obtuvo en el momento de esfuerzo máximo durante la realización del test de Conconi.

2.5.4.2. Cuantificación del entrenamiento: Determinación de las zonas de velocidad

Son muchos los estudios sobre parámetros cinemáticos para describir el rendimiento en fútbol. El estudio de Di Salvo (2007) muestra la cuantificación de la distancia recorrida por los futbolistas en un partido según el rango de velocidad. Esta herramienta también nos permite cuantificar el número de aceleraciones y desaceleraciones que un jugador realiza en un partido o en una sesión de entrenamiento, lo que nos permite cuantificar la naturaleza de los gestos que realiza en la sesión y poder cuantificarlos durante su preparación o readaptación a la competición. El empleo de esta metodología para registrar las acciones realizadas a una alta intensidad en el deporte del fútbol ha sido previamente validada (Barbero et al., 2009), presentando un coeficiente de variación de 3,6% para la distancia total recorrida y de 5,8 para la distancia recorrida sprintando (Coutts et al., 2010).

En la presente Tesis Doctoral, diseñamos 6 zonas de velocidad usando los datos de los GPS para categorizar los distintos esfuerzos que los futbolistas realizaron durante sus entrenamientos. Véase la Tabla 6.

Tabla 6. Categorías de velocidad, Di Salvo (2007)

ZONA	VALORES
ZONA 1 (PARADO)	0,0 – 0,5 Km/h
ZONA 2 (ANDAR)	0,6 – 7,0 Km/h
ZONA 3 (TROTAR)	7,1 – 14,3 Km/h
ZONA 4 (CORRER)	14,4 – 19,8 Km/h
ZONA 5 (A. VELOCIDAD)	19,9 – 25,0 Km/h
ZONA 6 (SPRINT)	a partir de 25,1 Km/h

2.5.4.3. Cuantificación del entrenamiento: Determinación de las zonas de frecuencia cardíaca

Respecto a la intensidad de los entrenamientos, se registró la frecuencia cardíaca de todos los sujetos del equipo en los diferentes ejercicios que se utilizaron durante las readaptaciones para cada sujeto.

La frecuencia cardíaca es un indicador objetivo de la intensidad, de fácil aplicación y no altera lo más mínimo el funcionamiento normal de los deportistas. Las medidas objetivas que proporciona la medición de la frecuencia cardíaca resultan muy valiosas para evaluar y controlar la intensidad del esfuerzo en cada fase de una sesión de entrenamiento (Ramos et al., 2007). Son varios los estudios revisados que valoran la utilización de la frecuencia cardíaca como un parámetro objetivo válido a la hora de cuantificar la intensidad del esfuerzo en pulsaciones por minutos (Achten & Jeukendrup, 2003a; Beni et al., 2006; Hoff et al., 2002; Ramos et al., 2007; Ramos et al., 1994).

A continuación, mostramos las zonas de frecuencia cardíaca utilizadas para cuantificar la intensidad de los entrenamientos, calculadas mediante el test de Conconi descrito anteriormente. Véase la Tabla 7.

Tabla 7. Valores de frecuencia cardiaca según las categorías de esfuerzo

ZONA	VALORES
ZONA RESIDENCIAL	0 - 86 pulsaciones por minuto
ZONA DE REPOSO	87 – 124 pulsaciones por minuto
ZONA AERÓBICA	125 – 143 pulsaciones por minuto
ZONA DE TRANSICIÓN AERÓBICA- ANAERÓBICA	144 - 171 pulsaciones por minuto
ZONA ANAERÓBICA	172 – 190 pulsaciones por minuto
ZONA DE SOBRESFUERZO	190 – 228 pulsaciones por minuto

2.5.4.4. Ejercicios utilizados para la readaptación de lesiones

La metodología utilizada durante las sesiones de entrenamiento de cada jugador durante su proceso de readaptación, la describimos explicando en primer lugar todos los ejercicios en la fase que el sujeto entrena individualmente con el preparador físico. Posteriormente, describiremos todos los ejercicios en la fase que el sujeto entrena con el grupo, dirigido por el entrenador, y que previamente ha planificado conjuntamente con el preparador físico.

Los ejercicios elegidos han sido elegidos por nuestra experiencia profesional en el fútbol, al considerar que son ejercicios habitualmente utilizados en la preparación física. También nos hemos apoyado para su elección, en los conocimientos y ejercicios utilizados por preparadores físicos especialistas en lesiones, a los que hemos consultado y a los cuales agradecemos su aportación.

Para cuantificar de manera objetiva el esfuerzo que supone cada ejercicio, se registró la frecuencia cardíaca de los futbolistas durante su ejecución en cada entrenamiento.

2.5.4.4.1. Ejercicios individuales

Los ejercicios individuales seleccionados fueron:

“Marcha”: Cuando el sujeto realiza como ejercicio aeróbico la marcha a una intensidad liviana (frecuencia cardíaca media de 98 pulsaciones por minuto (ppm)) o media, donde podemos incluir la subida y bajada de escaleras (frecuencia cardíaca media de 106 ppm) (Figura 5).



Figura 5. Ejercicio de marcha

Comentario [UAX31]: Las figuras van por orden desde la primera, en concreto está sería la número 10 por lo menos...

Comentario [JLL-32]: Cambiado

“**Bicicleta**”: Cuando el sujeto realiza como ejercicio aeróbico el pedaleo en bicicleta estática, cuya intensidad es liviana, con valores medios de 124 ppm; o a intensidad moderada o media, con valores medios de 133 ppm (Figura 6).



Figura 6. **Ejercicio de bicicleta**

También se puede utilizar el pedaleo con la punta del pie ligeramente rotada hacia fuera (R. Hernández, Bueno et al., 2002b).

“**Carrera**”: Cuando el sujeto realiza como ejercicio aeróbico la carrera cuya intensidad es liviana, con valores medios de 142 ppm; intensidad media o moderada, con valores medios de 151 ppm; y también realiza cambios de ritmo alternando intensidades altas y medias, con valores medios de 160 ppm (Figura 7).



Figura 7. **Ejercicio de carrera**

Comentario [UAX33]: idem

Comentario [JLL-34]: Corregido

Comentario [UAX35]: fotos originales (para todas las fotos)

Comentario [JLL-36]: Son originales y en agradecimientos he puesto su procedencia

“Propiocepción”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de propiocepción y equilibrios provocando inestabilidades controladas para favorecer la fuerza de las articulaciones y musculaturas específicas (Figura 8).



Figura 8. Ejercicio de propiocepción

“Técnica de carrera”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de técnica de carrera y coordinación, como amplitud de zancada, carrera lateral, coordinación de brazos y piernas, baterías de saltos aplicados a la carrera, skipping entre vallas bajas, etc., con valores medios de 133 ppm (Figura 9).



Figura 9. Ejercicio de técnica de carrera

Comentario [UAX37]: es original esta foto?

Comentario [JLL-38]: Si

“Ejercicio Físico-Técnico”: Cuando el sujeto realiza ejercicios con balón como habilidad estática, habilidad dinámica, conducción de balón, pases y controles, tiros a portería con el readaptador, etc., cuya intensidad es media o moderada, con valores medios de 142 ppm; o intensidad medio-alta, con valores medios de 151 ppm (Figura 10).



Figura 10. Ejercicio Físico-Técnico

“Ejercicio Físico-Táctico”: Cuando el sujeto realiza acciones y movimientos específicos de la posición táctica en la compite habitualmente, cuya intensidad es medio-alta, con valores medios de 160 ppm; y con intensidad alta, con valores medios de 169 ppm (Figura 11).



Figura 11. Ejercicio Físico-Táctico

Comentario [UAX39]: Insisto en que las imagenes y las fotos deben ser originales

Comentario [JLL-40]: Es original

“Salidas Vel”: Cuando el sujeto realiza salidas de velocidad a la máxima intensidad, donde la distancia recorrida está entre diez y veinte metros, con valores medios de 151 ppm (Figura 12).



Figura 12. Ejercicio de velocidad

“Fuerza”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de movilidad articular, tonificación y fortalecimiento, a través de ejercicios concéntricos y excéntricos, de los grupos musculares que han sufrido una pérdida de actividad física por la lesión ocurrida (Figura 13).



Figura 13. Ejercicio de fuerza

“Complementarios”: Cuando el sujeto realiza ejercicios complementarios de estiramientos, equilibrio pélvico (Figura 14), control postural, movilidad articular y fortalecimiento de otros grupos musculares, etc.



Figura 14. Ejercicio complementario de equilibrio pélvico

2.5.4.4.2. Ejercicios con el grupo

Una vez que el sujeto empieza a entrenar con el grupo, la metodología cambia y se utiliza el modelo de ejercicios del entrenador, bajo la supervisión del readaptador y preparador físico en cuanto a los ejercicios y tareas. No se puede entrar en el grupo sin un estado de forma óptimo (J. C. García, 2004).

Los ejercicios grupales seleccionados fueron:

“Activación General”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de calentamiento basados en métodos tradicionales, como ejercicios de técnica de carrera (Figura 15), y movimientos sin balón con valores medios de 116 ppm.



Figura 15. Ejercicio de activación general

“Activación Específica”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de calentamiento basados en métodos integrados como ejercicios de posesión de balón, rondos, partidos de espacio reducido de carácter lúdico, etc., con valores medios de 133 ppm (Figura 16).



Figura 16. Ejercicio de activación específica

“Téc 1”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de técnica individual y colectiva como rondos, pases combinados, posesiones de balón, partidos de espacio reducido con normas especiales (Figura 17), etc., cuya intensidad es liviana, con valores medios de 133 ppm, lo que se corresponde con valor de 16 en nuestra escala de intensidad.

“Téc 2”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de técnica individual y colectiva como rondos, pases combinados, posesiones de balón, partidos de espacio reducido con normas especiales, etc., cuya intensidad es media o moderada, con valores medios de 142 ppm, lo que se corresponde con valor de 18 en nuestra escala de intensidad.

“Téc 3”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de técnica individual y colectiva como rondos, pases combinados, posesiones de balón, partidos de espacio reducido con normas especiales, etc., cuya intensidad es alta, con valores medios de 151 ppm, lo que se corresponde con valor de 20 en nuestra escala de intensidad.



Figura 17. Ejercicio de técnica en grupo

“Tac 1”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de táctica individual y colectiva, como repliegues, jugar a los espacios libres, presión en campo contrario, contraataque, defensa en inferioridad (Figura 18), ataque en superioridad, etc., cuya intensidad es media o moderada, con valores medios de 142 ppm, lo que se corresponde con valor de 18 en nuestra escala de intensidad.



Figura 18. Ejercicio de táctica en grupo

“Tac 2”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de táctica individual y colectiva, como repliegues, jugar a los espacios libres, presión en campo contrario, contraataque, defensa en inferioridad, ataque en superioridad, etc., cuya intensidad es alta, con valores medios de 160 ppm, lo que se corresponde con valor de 22 en nuestra escala de intensidad.

“Tac 3”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de táctica individual y colectiva, como repliegues, jugar a los espacios libres, presión en campo contrario, contraataque, defensa en inferioridad, ataque en superioridad, etc., cuya intensidad es muy alta, con valores medios de 178 ppm, lo que se corresponde con valor de 26 en nuestra escala de intensidad.

“Fútbol 1”: Cuando el sujeto participa en situaciones de juego real de once contra once en dimensiones reducidas del espacio de juego, como partido en medio campo (Figura 19), con valores medios de 160 ppm, lo que se corresponde con valor de 22 en nuestra escala de intensidad.



Figura 19. Ejercicio de fútbol (Situación de juego real en espacio reducido)

“Fútbol 2”: Cuando el sujeto participa en situaciones de juego real en igualdad numérica como partidos en dimensiones aplicadas a cinco contra cinco o siete contra siete, con valores medios de 178 ppm, lo que se corresponde con valor de 26 en nuestra escala de intensidad.

“Fútbol 11:11”: Cuando el sujeto participa en situaciones de juego real (Figura 20), similares a las de competición con reglas y todos los condicionantes posibles, con valores de 187 pulsaciones por minuto, lo que se corresponde con valor de 28 en nuestra escala de intensidad.



Figura 20. Ejercicio de fútbol (Situación de juego real 11:11)

“PF Aer”, “PF Aer-Ana”, “PF Ana” o “PF Vel”: Cuando el sujeto realiza ejercicios de preparación física específica (Figura 21), generalmente sin acciones con balón, cuyos objetivos pueden ser la mejora de las vías energéticas aeróbicas, aeróbicas-anaeróbicas, anaeróbicas, y la velocidad, con valores de frecuencia cardiaca correspondientes a la vía energética que se busca mejorar, lo que se corresponde con valor de determinado y proporcional en nuestra escala de intensidad.



Figura 21. Ejercicio de preparación física específica

“11:11 COMP”: Es el esfuerzo desarrollado por el sujeto durante la competición y dentro de las condiciones psicológicas y físicas que se dan en un partido de fútbol, donde encontramos su esfuerzo máximo como valor medio en 196 ppm, lo que se corresponde con valor de 30 en nuestra escala de intensidad. Tras la revisión de partidos completos de doce temporadas (de Mata, 1999), el número de acciones de alta intensidad que un jugador profesional realiza durante un partido es más de 100, siendo la recuperación entre esfuerzos al principio suficiente, pero a medida que transcurre el partido se va provocando una insuficiencia en los procesos de recuperación del

organismo, sobre todo porque el trabajo no lo establece el jugador, sino las necesidades del juego (Figura 22).



Figura 22. Situación de **juego** en competición

Comentario [UAX41]: Fotos originales

Comentario [JLL-42]: Es original

2.5.5. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa SPSS 19.0 para Windows.

Los métodos estadísticos utilizados fueron los siguientes (*SPSS*, 2010):

- Estadística descriptiva de las variables cuantitativas (procedimiento DESCRIPTIVE) para la descripción de las muestras: media, desviación estándar, máximo, mínimo, mediana, desviación estándar de la media, etc. (*Ferrán*, 1996).
- Test de Wilcoxon (procedimiento NPAR TESTS), prueba no paramétrica para dos muestras relacionadas para comparar si hay diferencias entre dos mediciones de las variables cuantitativas del estudio (*Ferrán*, 1996).
- Test de la t de Student pareada (procedimiento T-TEST) para la comparación de dos muestras relacionadas sobre el mismo sujeto. (*Ferrán*, 1996).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS

3.1.1 Datos descriptivos

3.1.1.1. Carga de entrenamiento diaria durante el proceso de readaptación

A continuación, se muestran los valores de duración, frecuencia cardíaca, velocidad media, distancia recorrida y número de aceleraciones en cada uno de los entrenamientos realizados por cada futbolista durante su fase de recuperación. Teniendo en cuenta que cada lesión tuvo unos plazos de vuelta a la competición diferentes, junto con los valores medios se muestran con detalle cada una de las cargas de trabajo de cada día de entrenamiento de cada jugador lesionado.

Nota: Nº Aceleraciones = Cambios de ritmo a partir de 1m/s²

TESIS: LESIONES MUSCULARES 2010/11					
SUJETO	MÚSCULO LESIONADO	FASE I CAMILLA	FASE II CAMPO	FASE III GRUPO	DÍAS PARA COMPETIR
6Y	ADUCTOR	10	21	10	41
23C	SOLEO	8	6	4	18
8M	ISQUIOS	10	21	7	38
4A	ISQUIOS	14	28	14	56
11A	SOLEO	10	18	7	35
2T	CUADRICEPS	7	6	4	17
8M	SOLEO	7	6	4	17
25D	ISQUIOS	5	4	3	12

SUJETO	LESIÓN MUSCULAR	Fase Lesión	DÍA	Tipo Entrenamiento	Duración Entrenamiento (minutos)	FC (Media) (ppm)	Velocidad (Media) (W/m)	Distancia recorrida (m)	Nº Aceleraciones
6Y	Aductor	PRE	0	COMPETICIÓN	90	169	123,27	11094	254
6Y	Aductor	POST	42	COMPETICIÓN	90	170	124,92	11243	261
6Y	Aductor	Campo	11	Carrera	15	166	237,33	3560	3
6Y	Aductor	Campo	12	Carrera	20	165	202,80	4056	6
6Y	Aductor	Campo	13	Carrera	20	163	205,15	4103	6
6Y	Aductor	Campo	14	Carrera	24	166	224,96	5399	2
6Y	Aductor	Campo	15	Carrera	24	164	227,79	5467	3
6Y	Aductor	Campo	16	Carrera	28	166	218,71	6124	8
6Y	Aductor	Campo	17	Descanso	0	0	0,00	0	0
6Y	Aductor	Campo	18	Carrera	32	165	207,94	6654	7
6Y	Aductor	Campo	19	Habilidad	35	164	114,37	4003	84
6Y	Aductor	Campo	20	Habilidad	35	162	113,77	3982	87
6Y	Aductor	Campo	21	Habilidad	40	164	100,85	4034	82
6Y	Aductor	Campo	22	Habilidad	40	166	103,03	4121	93
6Y	Aductor	Campo	23	Habilidad	40	168	97,98	3919	88
6Y	Aductor	Campo	24	Descanso	0	0	0,00	0	0
6Y	Aductor	Campo	25	Habilidad	40	165	102,35	4094	94
6Y	Aductor	Campo	26	Habilidad	40	166	102,83	4113	91
6Y	Aductor	Campo	27	Golpeo	45	146	67,09	3019	98
6Y	Aductor	Campo	28	Golpeo	50	145	65,94	3297	107
6Y	Aductor	Campo	29	Golpeo	55	142	62,84	3456	110
6Y	Aductor	Campo	30	Golpeo	60	147	61,43	3686	124
6Y	Aductor	Campo	31	Descanso	0	0	0,00	0	0
6Y	Aductor	Grupo	32	Físico-Técnico	70	140	105,73	7401	123
6Y	Aductor	Grupo	33	Físico-Técnico	75	142	102,52	7689	135
6Y	Aductor	Grupo	34	Físico-Táctico	55	161	91,00	5005	96
6Y	Aductor	Grupo	35	Físico-Táctico	60	163	88,35	5301	104
6Y	Aductor	Grupo	36	Físico-Táctico	60	164	88,53	5312	103
6Y	Aductor	Grupo	37	Físico-Táctico	60	166	91,33	5480	105
6Y	Aductor	Grupo	38	Descanso	0	0	0,00	0	0
6Y	Aductor	Grupo	39	Físico-Técnico	75	140	102,92	7719	139
6Y	Aductor	Grupo	40	Físico-Técnico	70	142	105,40	7378	119
6Y	Aductor	Grupo	41	Físico-Técnico	70	144	105,84	7409	122

23C	Soleo	PRE	0	COMPETICIÓN	90	172	126,88	11419	259
23C	Soleo	POST	19	COMPETICIÓN	90	169	130,89	11780	266
23C	Soleo	Campo	9	Carrera	45	160	111,53	5019	8
23C	Soleo	Campo	10	Carrera	45	162	136,09	6124	12
23C	Soleo	Campo	11	Habilidad	60	166	102,20	6132	85
23C	Soleo	Campo	12	Habilidad	60	165	103,90	6234	98
23C	Soleo	Campo	13	Golpeo	60	164	112,57	6754	134
23C	Soleo	Campo	14	Descanso	0	0	0,00	0	0
23C	Soleo	Grupo	15	Físico-Táctico	85	171	102,35	8700	159
23C	Soleo	Grupo	16	Físico-Táctico	80	168	103,75	8300	148
23C	Soleo	Grupo	17	Físico-Técnico	70	152	105,69	7398	124
23C	Soleo	Grupo	18	Físico-Técnico	65	151	107,49	6987	103

8M	Isquios	PRE	0	COMPETICIÓN	90	162	142,08	12787	271
8M	Isquios	POST	39	COMPETICIÓN	80	161	152,74	12219	269
8M	Isquios	Campo	11	Carrera	30	163	0,13	4	8
8M	Isquios	Campo	12	Carrera	35	160	136,63	4782	10
8M	Isquios	Campo	13	Carrera	35	159	133,57	4675	12
8M	Isquios	Campo	14	Carrera	40	158	138,20	5528	9
8M	Isquios	Campo	15	Carrera	40	161	141,10	5644	11
8M	Isquios	Campo	16	Carrera	40	160	144,10	5764	12
8M	Isquios	Campo	17	Descanso	0	0	0,00	0	0
8M	Isquios	Campo	18	Carrera	35	154	139,86	4895	10
8M	Isquios	Campo	19	Carrera	35	156	133,74	4681	12
8M	Isquios	Campo	20	Carrera	40	158	138,43	5537	9
8M	Isquios	Campo	21	Carrera	40	160	140,30	5612	11
8M	Isquios	Campo	22	Carrera	40	161	139,95	5598	12
8M	Isquios	Campo	23	Habilidad	45	163	122,02	5491	34
8M	Isquios	Campo	24	Habilidad	60	160	116,35	6981	43
8M	Isquios	Campo	25	Descanso	0	0	0,00	0	0
8M	Isquios	Campo	26	Golpeo	50	163	149,76	7488	64
8M	Isquios	Campo	27	Golpeo	60	165	135,38	8123	79
8M	Isquios	Campo	28	Golpeo	60	164	137,22	8233	123
8M	Isquios	Campo	29	Golpeo	75	161	122,47	9185	121
8M	Isquios	Campo	30	Golpeo	75	161	124,56	9342	149
8M	Isquios	Campo	31	Descanso	0	0	0,00	0	0
8M	Isquios	Grupo	32	Físico-Técnico	75	160	63,77	4783	88
8M	Isquios	Grupo	33	Descanso	0	0	0,00	0	0
8M	Isquios	Grupo	34	Físico-Táctico	90	161	88,68	7981	162
8M	Isquios	Grupo	35	Físico-Táctico	80	163	79,43	6354	115
8M	Isquios	Grupo	36	Físico-Táctico	75	162	79,75	5981	102
8M	Isquios	Grupo	37	Físico-Técnico	60	156	59,12	3547	71
8M	Isquios	Grupo	38	Físico-Técnico	70	159	69,99	4899	78

4A	Isquios	PRE	0	COMPETICIÓN	90	171	111,43	10029	246
4A	Isquios	POST	57	COMPETICIÓN	90	171	110,91	9982	244
4A	Isquios	Campo	15	Carrera	25	168	142,68	3567	3
4A	Isquios	Campo	16	Carrera	25	166	141,80	3545	6
4A	Isquios	Campo	17	Carrera	25	166	143,56	3589	6
4A	Isquios	Campo	18	Carrera	30	167	133,73	4012	5
4A	Isquios	Campo	19	Carrera	30	166	136,60	4098	7
4A	Isquios	Campo	20	Carrera	30	167	135,10	4053	8
4A	Isquios	Campo	21	Descanso	0	0	0,00	0	0
4A	Isquios	Campo	22	Carrera	30	165	142,57	4277	7
4A	Isquios	Campo	23	Carrera	35	164	136,17	4766	10
4A	Isquios	Campo	24	Carrera	35	162	132,54	4639	12
4A	Isquios	Campo	25	Carrera	40	164	137,80	5512	9
4A	Isquios	Campo	26	Carrera	40	166	139,03	5561	11
4A	Isquios	Campo	27	Carrera	40	168	140,45	5618	12
4A	Isquios	Campo	28	Descanso	0	0	0,00	0	0
4A	Isquios	Campo	29	Carrera	40	165	144,70	5788	21
4A	Isquios	Campo	30	Habilidad	40	166	100,23	4009	89
4A	Isquios	Campo	31	Habilidad	45	166	69,80	3141	97
4A	Isquios	Campo	32	Habilidad	50	167	66,84	3342	107
4A	Isquios	Campo	33	Habilidad	55	165	64,47	3546	110
4A	Isquios	Campo	34	Habilidad	60	168	63,13	3788	124
4A	Isquios	Campo	35	Descanso	0	0	0,00	0	0
4A	Isquios	Campo	36	Habilidad	40	165	103,30	4132	89
4A	Isquios	Campo	37	Habilidad	40	166	105,85	4234	99
4A	Isquios	Campo	38	Golpeo	45	164	70,47	3171	103
4A	Isquios	Campo	39	Golpeo	50	164	66,48	3324	113
4A	Isquios	Campo	40	Golpeo	55	166	64,84	3566	120
4A	Isquios	Campo	41	Golpeo	60	164	63,10	3786	134
4A	Isquios	Campo	42	Descanso	0	0	0,00	0	0
4A	Isquios	Grupo	43	Físico-Técnico	70	140	104,93	7345	145
4A	Isquios	Grupo	44	Físico-Técnico	75	142	102,83	7712	133
4A	Isquios	Grupo	45	Descanso	0	0	0,00	0	0
4A	Isquios	Grupo	46	Descanso	0	0	0,00	0	0
4A	Isquios	Grupo	47	Físico-Técnico	70	140	104,89	7342	134
4A	Isquios	Grupo	48	Físico-Técnico	75	142	100,59	7544	151
4A	Isquios	Grupo	49	Físico-Táctico	55	161	89,24	4908	103
4A	Isquios	Grupo	50	Físico-Táctico	60	163	85,70	5142	122
4A	Isquios	Grupo	51	Físico-Táctico	60	164	85,15	5109	124
4A	Isquios	Grupo	52	Físico-Táctico	60	166	87,28	5237	112
4A	Isquios	Grupo	53	Descanso	0	0	0,00	0	0
4A	Isquios	Grupo	54	Físico-Técnico	75	151	102,83	7712	141
4A	Isquios	Grupo	55	Físico-Técnico	70	156	104,30	7301	131
4A	Isquios	Grupo	56	Físico-Técnico	70	153	106,69	7468	120

11A	Soleo	PRE	0	COMPETICIÓN	90	168	123,04	11074	232
11A	Soleo	POST	36	COMPETICIÓN	70	168	123,93	8675	198
11A	Soleo	Campo	11	Carrera	30	163	150,40	4512	6
11A	Soleo	Campo	12	Carrera	35	160	133,57	4675	8
11A	Soleo	Campo	13	Carrera	35	159	133,94	4688	11
11A	Soleo	Campo	14	Carrera	40	158	135,80	5432	9
11A	Soleo	Campo	15	Carrera	40	161	138,73	5549	11
11A	Soleo	Campo	16	Carrera	40	160	141,13	5645	12
11A	Soleo	Campo	17	Descanso	0	0	0,00	0	0
11A	Soleo	Campo	18	Carrera	35	154	139,29	4875	13
11A	Soleo	Campo	19	Carrera	35	156	142,03	4971	15
11A	Soleo	Campo	20	Carrera	40	158	141,08	5643	12
11A	Soleo	Campo	21	Carrera	40	160	139,08	5563	15
11A	Soleo	Campo	22	Carrera	40	161	141,78	5671	17
11A	Soleo	Campo	23	Habilidad	45	163	123,82	5572	36
11A	Soleo	Campo	24	Habilidad	60	160	112,57	6754	41
11A	Soleo	Campo	25	Descanso	0	0	0,00	0	0
11A	Soleo	Campo	26	Golpeo	50	163	149,12	7456	56
11A	Soleo	Campo	27	Golpeo	60	165	137,25	8235	81
11A	Soleo	Campo	28	Golpeo	60	164	135,75	8145	117
11A	Soleo	Grupo	29	Físico-Técnico	75	160	62,49	4687	99
11A	Soleo	Grupo	30	Descanso	0	0	0,00	0	0
11A	Soleo	Grupo	31	Físico-Táctico	90	161	89,91	8092	161
11A	Soleo	Grupo	32	Físico-Táctico	80	163	80,66	6453	122
11A	Soleo	Grupo	33	Físico-Táctico	75	162	75,71	5678	94
11A	Soleo	Grupo	34	Físico-Técnico	60	153	62,73	3764	81
11A	Soleo	Grupo	35	Físico-Técnico	70	156	70,01	4901	71

2T	Cuádriceps	PRE	0	COMPETICIÓN	90	170	126,44	11380	226
2T	Cuádriceps	POST	18	COMPETICIÓN	90	169	129,76	11678	235
2T	Cuádriceps	Campo	8	Carrera	30	166	166,67	5000	0
2T	Cuádriceps	Campo	9	Carrera	35	165	171,43	6000	0
2T	Cuádriceps	Campo	10	Carrera	40	166	155,85	6234	10
2T	Cuádriceps	Campo	11	Habilidad	45	168	103,96	4678	28
2T	Cuádriceps	Campo	12	Habilidad	60	167	111,30	6678	46
2T	Cuádriceps	Campo	13	Descanso	0	0	0,00	0	0
2T	Cuádriceps	Grupo	14	Físico-Táctico	85	171	87,72	7456	143
2T	Cuádriceps	Grupo	15	Físico-Táctico	75	168	78,95	5921	92
2T	Cuádriceps	Grupo	16	Físico-Técnico	60	165	57,93	3476	84
2T	Cuádriceps	Grupo	17	Físico-Técnico	70	166	67,11	4698	71

8M	Soleo	PRE	0	COMPETICIÓN	90	162	142,08	12787	271
8M	Soleo	POST	18	COMPETICIÓN	90	161	144,11	12970	280
8M	Soleo	Campo	8	Carrera	40	164	161,03	6441	19
8M	Soleo	Campo	9	Habilidad	45	163	118,04	5312	34
8M	Soleo	Campo	10	Habilidad	60	164	116,87	7012	43
8M	Soleo	Campo	11	Golpeo	60	165	137,23	8234	86
8M	Soleo	Campo	12	Golpeo	60	164	139,23	8354	123
8M	Soleo	Campo	13	Descanso	0	0	0,00	0	0
8M	Soleo	Grupo	14	Físico-Táctico	90	161	86,92	7823	165
8M	Soleo	Grupo	15	Físico-Táctico	80	163	79,26	6341	112
8M	Soleo	Grupo	16	Físico-Técnico	60	156	58,53	3512	94
8M	Soleo	Grupo	17	Físico-Técnico	75	160	64,25	4819	86

25D	Isquios	PRE	0	COMPETICIÓN	90	168	118,76	10688	266
25D	Isquios	POST	13	COMPETICIÓN	75	168	120,25	9019	225
25D	Isquios	Campo	6	Carrera	35	165	176,83	6189	7
25D	Isquios	Campo	7	Carrera	40	166	155,85	6234	10
25D	Isquios	Campo	8	Habilidad	45	168	103,96	4678	28
25D	Isquios	Campo	9	Golpeo	50	166	75,32	3766	55
25D	Isquios	Grupo	10	Físico-Táctico	80	166	79,03	6322	109
25D	Isquios	Grupo	11	Físico-Técnico	60	163	59,65	3579	88
25D	Isquios	Grupo	12	Físico-Técnico	75	165	65,21	4891	94

3.1.1.2. Frecuencia del tipo de entrenamiento

Una vez mostrados los valores individuales de la carga de cada uno de los entrenamientos del proceso de readaptación para cada jugador, ahora se muestran los valores medios de duración, frecuencia cardíaca, velocidad, distancia recorrida y número de aceleraciones para cada uno de los tipos de entrenamiento utilizados durante las distintas fases de la recuperación.

3.1.1.3. Duración media de cada tipo de entrenamiento

Tipo Entrenamiento = Carrera

	Duración		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	23,29	.
CUADRICEPS I	1	35,00	.
ISQUIOS I	1	37,50	.
ISQUIOS II	2	34,98	3,24
SOLEO I	2	42,50	3,54
SOLEO II	1	37,27	.
Total	8	36,00	6,28

a. Tipo Entrenamiento = Carrera

Tipo Entrenamiento = Descanso

	Duración		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	2	,00	,00
CUADRICEPS I	1	,00	.
ISQUIOS II	4	,00	,00
SOLEO I	2	,00	,00
SOLEO II	2	,00	,00
Total	11	,00	,00

a. Tipo Entrenamiento = Descanso

Tipo Entrenamiento = Físico-Táctico

	Duración		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	58,75	.
CUADRICEPS I	1	80,00	.
ISQUIOS I	1	80,00	.
ISQUIOS II	2	70,21	16,20
SOLEO I	2	83,75	1,77
SOLEO II	1	81,67	.
Total	8	76,04	10,79

a. Tipo Entrenamiento = Físico-Táctico

Tipo Entrenamiento = Físico-Técnico

	Duración		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	72,00	.
CUADRICEPS I	1	65,00	.
ISQUIOS I	1	67,50	.
ISQUIOS II	2	70,24	2,69
SOLEO I	2	67,50	,00
SOLEO II	1	68,33	.
Total	8	68,54	2,41

a. Tipo Entrenamiento = Físico-Técnico

Tipo Entrenamiento = Golpeo

	Duración		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	52,50	.
ISQUIOS I	1	50,00	.
ISQUIOS II	2	58,25	8,13
SOLEO I	2	60,00	,00
SOLEO II	1	56,67	.
Total	7	56,52	5,08

	Duración		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	52,50	.
ISQUIOS I	1	50,00	.
ISQUIOS II	2	58,25	8,13
SOLEO I	2	60,00	,00
SOLEO II	1	56,67	.
Total	7	56,52	5,08

a. Tipo Entrenamiento = Golpeo

Tipo Entrenamiento = Habilidad

	Duración		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	38,57	.
CUADRICEPS I	1	52,50	.
ISQUIOS I	1	45,00	.
ISQUIOS II	2	49,82	3,79
SOLEO I	2	56,25	5,30
SOLEO II	1	52,50	.
Total	8	50,09	6,42

a. Tipo Entrenamiento = Habilidad

3.1.1.4. Frecuencia cardíaca media de cada tipo de entrenamiento**Tipo Entrenamiento = Carrera**

	FC		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	165,00	.
CUADRICEPS I	1	165,67	.
ISQUIOS I	1	165,50	.
ISQUIOS II	2	162,39	4,67
SOLEO I	2	162,50	2,12
SOLEO II	1	159,09	.
Total	8	163,13	2,93

a. Tipo Entrenamiento = Carrera

Tipo Entrenamiento = Descanso

	FC		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	2	,00	,00
CUADRICEPS I	1	,00	.
ISQUIOS II	4	,00	,00
SOLEO I	2	,00	,00
SOLEO II	2	,00	,00
Total	11	,00	,00

a. Tipo Entrenamiento = Descanso

Tipo Entrenamiento = Físico-Táctico

	FC		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	163,50	.
CUADRICEPS I	1	169,50	.
ISQUIOS I	1	166,00	.
ISQUIOS II	2	162,75	1,06
SOLEO I	2	165,75	5,30
SOLEO II	1	162,00	.
Total	8	164,75	3,22

a. Tipo Entrenamiento = Físico-Táctico

Tipo Entrenamiento = Físico-Técnico

	FC		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	141,60	.
CUADRICEPS I	1	165,50	.
ISQUIOS I	1	164,00	.
ISQUIOS II	2	152,31	8,52
SOLEO I	2	154,75	4,60
SOLEO II	1	156,33	.
Total	8	155,19	8,29

a. Tipo Entrenamiento = Físico-Técnico

Tipo Entrenamiento = Golpeo

	FC		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	145,00	.
ISQUIOS I	1	166,00	.
ISQUIOS II	2	163,65	1,20
SOLEO I	2	164,25	,35
SOLEO II	1	164,00	.
Total	7	161,54	7,36

a. Tipo Entrenamiento = Golpeo

Tipo Entrenamiento = Habilidad

	FC		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	165,00	.
CUADRICEPS I	1	167,50	.
ISQUIOS I	1	168,00	.
ISQUIOS II	2	163,82	3,28
SOLEO I	2	164,50	1,41
SOLEO II	1	161,50	.
Total	8	164,83	2,49

a. Tipo Entrenamiento = Habilidad

3.1.1.5. Velocidad media de cada tipo de entrenamiento

Tipo Entrenamiento = Carrera

	Velocidad		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	217,81	.
CUADRICEPS I	1	164,65	.
ISQUIOS I	1	166,34	.
ISQUIOS II	2	132,49	9,18
SOLEO I	2	142,42	26,31
SOLEO II	1	139,71	.
Total	8	154,79	30,49

a. Tipo Entrenamiento = Carrera

Tipo Entrenamiento = Descanso

	Velocidad		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	2	,00	,00
CUADRICEPS I	1	,00	.
ISQUIOS II	4	,00	,00
SOLEO I	2	,00	,00
SOLEO II	2	,00	,00
Total	11	,00	,00

a. Tipo Entrenamiento = Descanso

Tipo Entrenamiento = Físico-Táctico

	Velocidad		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	89,80	.
CUADRICEPS I	1	83,33	.
ISQUIOS I	1	79,03	.
ISQUIOS II	2	84,73	2,99
SOLEO I	2	93,07	14,11
SOLEO II	1	82,09	.
Total	8	86,23	7,53

a. Tipo Entrenamiento = Físico-Táctico

Tipo Entrenamiento = Físico-Técnico

	Velocidad		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	104,48	.
CUADRICEPS I	1	62,52	.
ISQUIOS I	1	62,43	.
ISQUIOS II	2	84,08	27,98
SOLEO I	2	83,99	31,96
SOLEO II	1	65,08	.
Total	8	78,83	21,69

	Velocidad		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	104,48	.
CUADRICEPS I	1	62,52	.
ISQUIOS I	1	62,43	.
ISQUIOS II	2	84,08	27,98
SOLEO I	2	83,99	31,96
SOLEO II	1	65,08	.
Total	8	78,83	21,69

a. Tipo Entrenamiento = Físico-Técnico

Tipo Entrenamiento = Golpeo

	Velocidad		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	64,32	.
ISQUIOS I	1	75,32	.
ISQUIOS II	2	100,05	47,84
SOLEO I	2	125,40	18,15
SOLEO II	1	140,71	.
Total	7	104,46	34,90

a. Tipo Entrenamiento = Golpeo

Tipo Entrenamiento = Habilidad

	Velocidad		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	105,02	.
CUADRICEPS I	1	107,63	.
ISQUIOS I	1	103,96	.
ISQUIOS II	2	100,57	26,33
SOLEO I	2	110,25	10,19
SOLEO II	1	118,19	.
Total	8	107,05	12,19

a. Tipo Entrenamiento = Habilidad

3.1.1.6. Distancia recorrida total en cada tipo de entrenamiento**Tipo Entrenamiento = Carrera**

	Distancia		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	5.051,86	.
CUADRICEPS I	1	5.744,67	.
ISQUIOS I	1	6.211,50	.
ISQUIOS II	2	4.666,56	178,43
SOLEO I	2	6.006,25	614,83
SOLEO II	1	5.202,18	.
Total	8	5.444,48	670,04

a. Tipo Entrenamiento = Carrera

Tipo Entrenamiento = Descanso

	Distancia		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	2	,00	,00
CUADRICEPS I	1	,00	.
ISQUIOS II	4	,00	,00
SOLEO I	2	,00	,00
SOLEO II	2	,00	,00
Total	11	,00	,00

a. Tipo Entrenamiento = Descanso

Tipo Entrenamiento = Físico-Táctico

	Distancia		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	5.274,50	.
CUADRICEPS I	1	6.688,50	.
ISQUIOS I	1	6.322,00	.
ISQUIOS II	2	5.935,50	1.182,99
SOLEO I	2	7.791,00	1.002,68
SOLEO II	1	6.741,00	.
Total	8	6.559,88	1.067,30

a. Tipo Entrenamiento = Físico-Táctico

Tipo Entrenamiento = Físico-Técnico

	Distancia		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	7.519,20	.
CUADRICEPS I	1	4.087,00	.
ISQUIOS I	1	4.235,00	.
ISQUIOS II	2	5.949,40	2.177,52
SOLEO I	2	5.679,00	2.140,41
SOLEO II	1	4.450,67	.
Total	8	5.443,58	1.627,47

a. Tipo Entrenamiento = Físico-Técnico

Tipo Entrenamiento = Golpeo

	Distancia		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	3.364,50	.
ISQUIOS I	1	3.766,00	.
ISQUIOS II	2	5.967,98	3.544,34
SOLEO I	2	7.524,00	1.088,94
SOLEO II	1	7.945,33	.
Total	7	6.008,54	2.384,53

		Distancia		
		Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR	ADUCTOR II	1	3.364,50	.
	ISQUIOS I	1	3.766,00	.
	ISQUIOS II	2	5.967,98	3.544,34
	SOLEO I	2	7.524,00	1.088,94
	SOLEO II	1	7.945,33	.
	Total	7	6.008,54	2.384,53

a. Tipo Entrenamiento = Golpeo

Tipo Entrenamiento = Habilidad

		Distancia		
		Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR	ADUCTOR II	1	4.038,00	.
	CUADRICEPS I	1	5.678,00	.
	ISQUIOS I	1	4.678,00	.
	ISQUIOS II	2	4.988,86	1.763,73
	SOLEO I	2	6.172,50	14,85
	SOLEO II	1	6.163,00	.
	Total	8	5.359,96	1.046,46

a. Tipo Entrenamiento = Habilidad

3.1.1.7. Número de aceleraciones medias en cada tipo de entrenamiento**Tipo Entrenamiento = Carrera**

	Aceleraciones		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	5,00	.
CUADRICEPS I	1	3,33	.
ISQUIOS I	1	8,50	.
ISQUIOS II	2	9,77	1,09
SOLEO I	2	14,50	6,36
SOLEO II	1	11,73	.
Total	8	9,64	4,72

a. Tipo Entrenamiento = Carrera

Tipo Entrenamiento = Descanso

	Aceleraciones		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	2	,00	,00
CUADRICEPS I	1	,00	.
ISQUIOS II	4	,00	,00
SOLEO I	2	,00	,00
SOLEO II	2	,00	,00
Total	11	,00	,00

a. Tipo Entrenamiento = Descanso

Tipo Entrenamiento = Físico-Táctico

	Aceleraciones		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	102,00	.
CUADRICEPS I	1	117,50	.
ISQUIOS I	1	109,00	.
ISQUIOS II	2	120,79	7,84
SOLEO I	2	146,00	10,61
SOLEO II	1	125,67	.
Total	8	123,47	16,54

a. Tipo Entrenamiento = Físico-Táctico

Tipo Entrenamiento = Físico-Técnico

	Aceleraciones		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	127,60	.
CUADRICEPS I	1	77,50	.
ISQUIOS I	1	91,00	.
ISQUIOS II	2	107,71	40,61
SOLEO I	2	101,75	16,62
SOLEO II	1	83,67	.
Total	8	99,84	22,88

a. Tipo Entrenamiento = Físico-Técnico

Tipo Entrenamiento = Golpeo

	Aceleraciones		
	Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR ADUCTOR II	1	109,75	.
ISQUIOS I	1	55,00	.
ISQUIOS II	2	112,35	7,28
SOLEO I	2	119,25	20,86
SOLEO II	1	84,67	.
Total	7	101,80	25,39

		Aceleraciones		
		Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR	ADUCTOR II	1	109,75	.
	ISQUIOS I	1	55,00	.
	ISQUIOS II	2	112,35	7,28
	SOLEO I	2	119,25	20,86
	SOLEO II	1	84,67	.
	Total	7	101,80	25,39

a. Tipo Entrenamiento = Golpeo

Tipo Entrenamiento = Habilidad

		Aceleraciones		
		Recuento	Media	Desviación típica
LESIÓN MUSCULAR	ADUCTOR II	1	88,43	.
	CUADRICEPS I	1	37,00	.
	ISQUIOS I	1	28,00	.
	ISQUIOS II	2	70,32	45,00
	SOLEO I	2	65,00	37,48
	SOLEO II	1	38,50	.
	Total	8	57,82	30,42

a. Tipo Entrenamiento = Habilidad

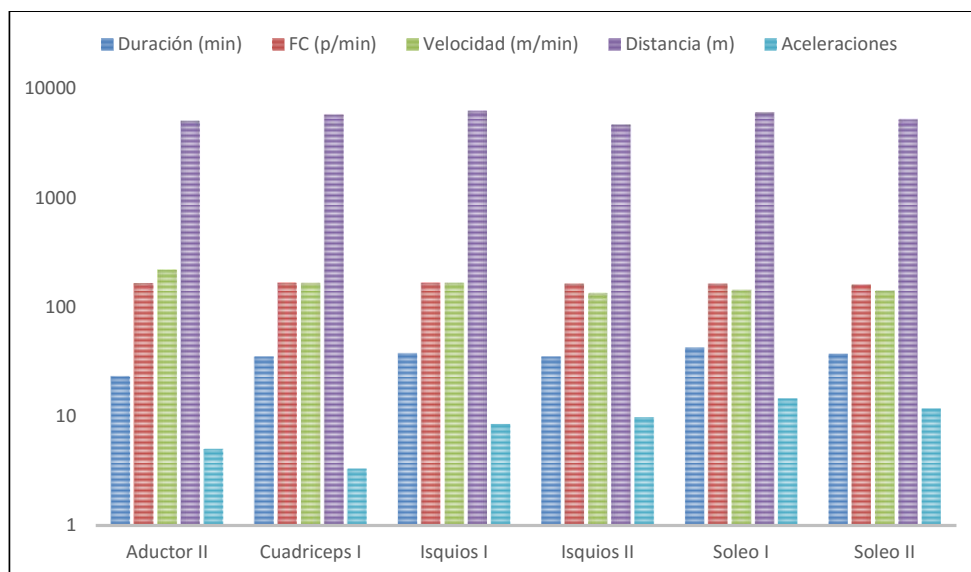


Figura 23. Valores medios de las variables estudiadas para cada tipo de lesión en el entrenamiento de carrera. Dados los valores tan dispares de las unidades de cada variable, el eje Y se representa mediante escala logarítmica.

3.1.2. Comparaciones pre-post recuperación

Procediendo mediante prueba T para muestras relacionadas, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de duración, frecuencia cardíaca, distancia recorrida o número de aceleraciones medias durante el entrenamiento en los momentos pre-post (es decir, previos a la lesión y posteriores a la vuelta a la competición) ($p > 0.05$). Es más, los niveles de velocidad media durante el entrenamiento se incrementaron significativamente una vez concluida la recuperación en comparación con los niveles previos a la lesión (+2.4%, $p < 0.05$).

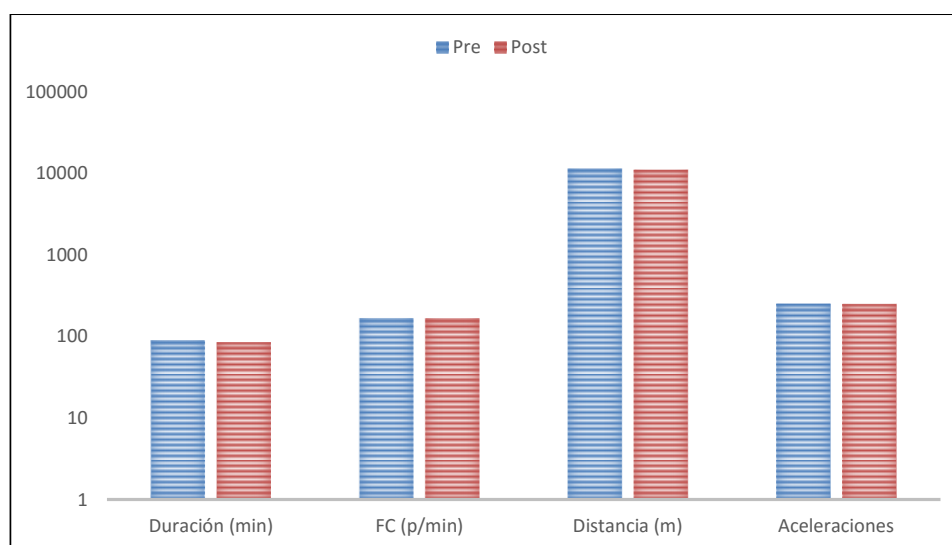
3.1.2.1. Prueba T

Estadísticos de muestras relacionadas

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	PRE_Duración	90,00	8	,000	,000
	POST_Duración	84,38	8	8,210	2,903
Par 2	PRE_FC	167,75	8	3,808	1,346
	POST_FC	167,13	8	3,907	1,381
Par 3	PRE_Velocidad	126,747222	8	10,6527484	3,7663153
	POST_Velocidad	129,688259	8	13,3000624	4,7022821
Par 4	PRE_Distancia	11.407,25	8	958,747	338,968
	POST_Distancia	10.945,75	8	1.550,887	548,321
Par 5	PRE_Aceleraciones	253,13	8	17,208	6,084
	POST_Aceleraciones	247,25	8	27,170	9,606

3.1.2.2. Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 PRE_Duración - POST_Duración	5,625	8,210	2,903	-1,239	12,489	1,938	7	,094
Par 2 PRE_FC - POST_FC	,625	1,188	,420	-,368	1,618	1,488	7	,180
Par 3 PRE_Velocidad - POST_Velocidad	- 2,9410 367	3,415307 2	1,207493 4	- 5,796305 0	- ,0857684	-2,436	7	,045
Par 4 PRE_Distancia - POST_Distancia	461,50 0	1.030,71 1	364,411	-400,196	1.323,19 6	1,266	7	,246
Par 5 PRE_Aceleraciones - POST_Aceleraciones	5,875	20,103	7,107	-10,931	22,681	,827	7	,436



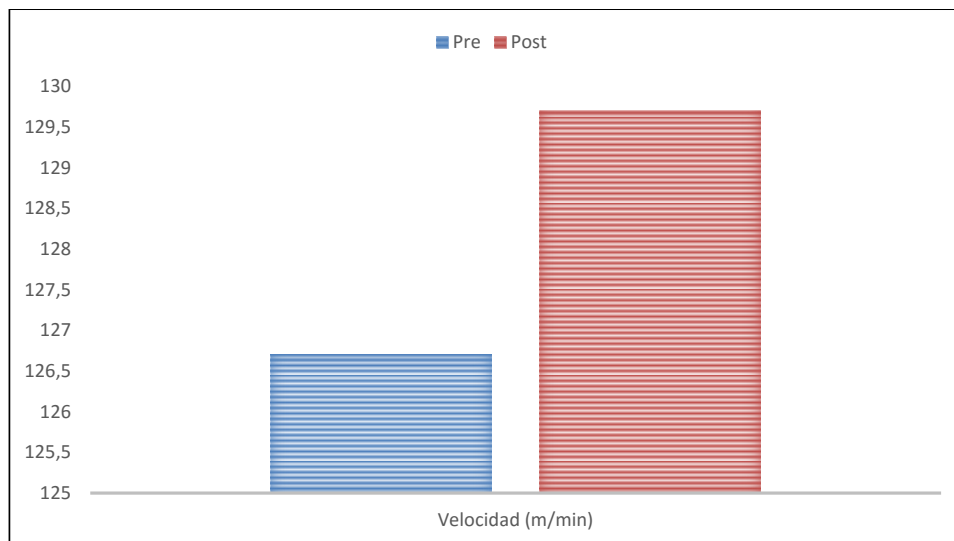


Figura 24. Cambios pre-post lesión en las variables estudiadas. La gráfica superior representa las variables que no cambiaron significativamente sus valores (en escala logarítmica), mientras que la gráfica inferior representa a la velocidad media del entrenamiento, que sí se vio modificada tras el programa de readaptación.

Además, se realizó un análisis no paramétrico posterior (prueba de los rangos con signo de Wilcoxon), en el que se analizaron los casos de rango positivo, negativo o neutro, o lo que es lo mismo, hacia dónde se inclinan los efectos de la intervención, hacia la mejora, el empeoramiento o el mantenimiento de los valores de las variables. Dicho test muestra que en todas las variables estudiadas, salvo la velocidad, hay sujetos de rango positivo, negativo o neutro de manera equilibrada, lo cual indica que no hubo un cambio apreciable en los valores de las variables después de la intervención mediante el programa de recuperación de lesiones. Sin embargo, todos los sujetos salvo 1 tuvieron un rango positivo en la variable velocidad, indicando que casi el 100% de la muestra obtuvo incrementos notables en los valores de velocidad media durante el entrenamiento después de la recuperación.

3.1.2.3. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
POST_Duración	- Rangos negativos	3 ^a	2,00	6,00
PRE_Duración	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	5 ^c		
	Total	8		
POST_FC - PRE_FC	Rangos negativos	4 ^d	3,13	12,50
	Rangos positivos	1 ^e	2,50	2,50
	Empates	3 ^f		
	Total	8		
POST_Velocidad	- Rangos negativos	1 ^g	1,00	1,00
PRE_Velocidad	Rangos positivos	7 ^h	5,00	35,00
	Empates	0 ⁱ		
	Total	8		
POST_Distancia	- Rangos negativos	4 ^j	5,50	22,00
PRE_Distancia	Rangos positivos	4 ^k	3,50	14,00
	Empates	0 ^l		
	Total	8		
POST_Aceleraciones	- Rangos negativos	4 ^m	4,50	18,00
PRE_Aceleraciones	Rangos positivos	4 ⁿ	4,50	18,00
	Empates	0 ^o		
	Total	8		

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
POST_Duración	- Rangos negativos	3 ^a	2,00	6,00
PRE_Duración	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	5 ^c		
	Total	8		
POST_FC - PRE_FC	Rangos negativos	4 ^d	3,13	12,50
	Rangos positivos	1 ^e	2,50	2,50
	Empates	3 ^f		
	Total	8		
POST_Velocidad	- Rangos negativos	1 ^g	1,00	1,00
PRE_Velocidad	Rangos positivos	7 ^h	5,00	35,00
	Empates	0 ⁱ		
	Total	8		
POST_Distancia	- Rangos negativos	4 ^j	5,50	22,00
PRE_Distancia	Rangos positivos	4 ^k	3,50	14,00
	Empates	0 ^l		
	Total	8		
POST_Aceleraciones	- Rangos negativos	4 ^m	4,50	18,00
PRE_Aceleraciones	Rangos positivos	4 ⁿ	4,50	18,00
	Empates	0 ^o		
	Total	8		

a. POST_Duración < PRE_Duración

b. POST_Duración > PRE_Duración

c. POST_Duración = PRE_Duración

d. POST_FC < PRE_FC

e. POST_FC > PRE_FC

f. POST_FC = PRE_FC

g. POST_Velocidad < PRE_Velocidad

h. POST_Velocidad > PRE_Velocidad

i. POST_Velocidad = PRE_Velocidad

j. POST_Distancia < PRE_Distancia

k. POST_Distancia > PRE_Distancia

l. POST_Distancia = PRE_Distancia

m. POST_Aceleraciones < PRE_Aceleraciones

n. POST_Aceleraciones > PRE_Aceleraciones

o. POST_Aceleraciones = PRE_Aceleraciones

3.1.2.4. Estadísticos de contraste^d

	POST_Duración - PRE_Duración	POST_FC - PRE_FC	POST_Velocidad - PRE_Velocidad	POST_Distancia - PRE_Distancia	POST_Aceleraciones - PRE_Aceleraciones
Z	-1,604 ^a	-1,414 ^a	-2,380 ^b	-,560 ^a	,000 ^c
Sig. asintót. (bilateral)	,109	,157	,017	,575	1,000

a. Basado en los rangos positivos.

b. Basado en los rangos negativos.

c. La suma de rangos negativos es igual a la suma de rangos positivos.

d. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

3.2. Discusión

La presente Tesis Doctoral ha tenido como objetivo principal la cuantificación de las cargas de trabajo mediante tecnología GPS para monitorizar el entrenamiento de un grupo de futbolistas profesionales antes, durante y después de diversas lesiones musculares. La tecnología GPS ha sido y es ampliamente utilizada en el contexto de los deportes de equipo para medir el grado de esfuerzo que los deportistas realizan en situaciones reales de juego (Akubat et al., 2014; Buchheit et al., 2014; David & Julen, 2015; Ehrmann et al., 2015; Gomez-Piriz, Jiménez-Reyes, & Ruiz-Ruiz, 2011). Por un lado, el análisis descriptivo de los perfiles de distancia recorrida, velocidades medias y máximas en distintas zonas, número de aceleraciones o frecuencia cardíaca permite conocer el grado de esfuerzo que un partido real supone a cada deportista en su situación específica de juego, lo cual permite orientar de una manera específica e individual las cargas de trabajo (Akubat et al., 2014; Malone et al., 2015). Por otro lado, el estudio mediante tecnología GPS de las mencionadas variables durante el entrenamiento, especialmente si se realiza

de manera sistemática, permite a los entrenadores y preparadores físicos analizar la intensidad con la que los deportistas realizan las sesiones de preparación con la intención de monitorizar su grado de esfuerzo y así poder prescribir las cargas de trabajo de la manera más individual posible, aportando así una información valiosa para prevenir los estados de sobreentrenamiento (Kempton, Sirotic, & Coutts, 2015; Malone et al., 2015). Se realizó un exhaustivo estudio en el que analizaron la distancia recorrida total, la distancia a alta velocidad y alta potencia, y el número de colisiones utilizando GPS, así como la frecuencia cardíaca, a 18 jugadores de rugby profesionales durante 38 partidos oficiales. Los investigadores observaron que, durante cada mitad del partido, las variables medidas por el GPS disminuyeron significativamente como causa de la fatiga, siendo sus valores máximos durante los primeros 10 minutos de cada parte. Así, la monitorización de variables como la distancia total o la distancia de sprint mediante tecnología GPS puede informar del grado de fatiga de los deportistas tanto durante el entrenamiento como en la propia competición, lo cual puede ayudar a optimizar las cargas de trabajo y, en última instancia, reducir el riesgo de sobreentrenamiento y/o lesión.

En este sentido, los resultados de la presente Tesis Doctoral están en línea con la investigación especializada sobre monitorización del entrenamiento de deportistas de equipo de élite, mostrando los valores medios de duración, velocidad media, frecuencia cardíaca, distancia recorrida y aceleraciones de un grupo de futbolistas profesionales lo cual, de por sí, ya supone una contribución a la literatura científica, y más teniendo en cuenta la dificultad que supone, en muchos casos, obtener datos de deportistas de alto nivel. Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de estudios científicos que han analizado desde diferentes

perspectivas la utilización de diversos modelos de GPS para cuantificar el entrenamiento en deportistas de equipo de distintas especialidades y niveles de rendimiento (Colby et al., 2014; David & Julen, 2015; di Prampero, Botter, & Osgnach, 2014; Gomez-Piriz et al., 2011; Gómez-Piriz, Sánchez, Manrique, & González, 2012; Malone et al., 2015), la investigación sobre su potencial utilidad en el proceso de prevención y/o recuperación de lesiones es mucho más escasa. En concreto, la prevención de lesiones musculares, dada su alta incidencia, es de un enorme interés tanto por aspectos deportivos como económicos (Bizzini & Dvorak, 2015; Verhagen, 2013). A pesar de los crecientes esfuerzos de médicos, fisioterapeutas, preparadores físicos y científicos del deporte, la incidencia de lesiones en el fútbol sigue siendo elevada, por lo que es necesario desarrollar nuevas vías de actuación tanto para disminuir el número de lesiones por temporada como para recortar los plazos de recuperación de los deportistas. Por ejemplo, en un reciente estudio, Stubbe et al (2015), demostraron que la incidencia de lesiones en futbolistas de la primera división danesa ascendió nada más y nada menos que a un 62.7% de los jugadores durante la temporada 2009-2010. Del mismo modo, Noya Salces et al (2014) observaron en una muestra de 11 equipos de la Liga Adelante una alta prevalencia de 38.8 lesiones por cada 1000h de exposición, siendo la gran mayoría de tipo muscular y tendinoso. Es más, estos autores observaron que 2 tercios de todas las lesiones producidas se debieron al sobreuso o sobreesfuerzo de la musculatura afectada, lo cual pone de manifiesto la importancia de la cuantificación de las cargas de entrenamiento en la prevención de daños musculares. Como se ha explicado anteriormente, la cuantificación del entrenamiento en el contexto de la recuperación de lesiones es uno de los objetivos principales de la presente Tesis Doctoral.

Son pocos los estudios que han utilizado la tecnología GPS en el ámbito de la prevención y recuperación de lesiones, pero investigaciones recientes ponen de manifiesto la utilidad de este instrumental tan extendido en el fútbol profesional para detectar el riesgo de lesiones de los deportistas. Por ejemplo, Colby et al. (2014) realizaron una monitorización de la distancia recorrida total, la distancia recorrida por encima del umbral aeróbico, la distancia de sprints, la carga de fuerza, velocidad y cambios de velocidad producidos durante toda una temporada en jugadores de fútbol australiano. Mediante análisis de regresión múltiple, los autores comprobaron que los niveles de distancia total, distancia de sprint o fuerza, acumulado en periodos de tres semanas, estaban significativamente relacionada con la incidencia de lesiones en los deportistas (Odds Ratio (OR) = 2.244-5.489, $p < 0.05$), de tal forma que los deportistas que acumulaban mayores cargas de trabajo durante 3 semanas consecutivas eran los que tenían mayor incidencia de lesiones. Es más, en un reciente estudio de Ehrmann et al. (2015), en el cual monitorizaron a jugadores profesionales de fútbol de la liga Hyundai A-League durante una temporada utilizando tecnología GPS, los autores observaron que los jugadores lesionados corrieron significativamente más metros por minuto (+9.6%, $p < 0.01$) durante los entrenamientos previos a la lesión que los que no se lesionaron. De esta forma, la monitorización sistemática de las cargas de entrenamiento utilizando tecnología GPS ha mostrado ser capaz de detectar la incidencia de lesiones musculares de deportistas profesionales, de tal forma que los jugadores con una mayor carga son aquellos con más probabilidad de lesionarse. Así, la tecnología GPS podría suponer una herramienta de gran valor en la detección de los estados de fatiga o sobreentrenamiento, los cuales se sabe que pueden reducir drásticamente los niveles de rendimiento de los deportistas y

predisponerles a un mayor número de lesiones. Estos resultados apoyan firmemente la metodología utilizada en la presente Tesis Doctoral, en la que diversas variables cuantificadas mediante tecnología GPS fueron utilizadas para orientar las cargas de trabajo de los futbolistas de manera individual y racional con el fin de optimizar los periodos de recuperación y retornar a los niveles previos a la lesión.

Una lesión deportiva, no importa sus causas, gravedad o región afectada, supone una pérdida de rendimiento físico y deportivo por parte de los jugadores (Lauersen et al., 2014; Mendiguchia et al., 2014; Opar et al., 2012). Por ello, el objetivo de toda intervención de recuperación de lesiones no es otro que, como poco, volver a los niveles de rendimiento que el deportista tenía antes de la lesión. Sin embargo, para ello es necesaria una cuantificación sistemática de diversos indicadores del rendimiento que los entrenadores y preparadores físicos consideren relevante para su especialidad deportiva, con la intención de poder disponer de datos objetivos y medibles que servirán de referencia durante el proceso de recuperación. Son múltiples las variables que se han utilizado hasta la fecha para valorar la evolución del rendimiento de los deportistas durante un proceso de recuperación, siendo las más importantes aquellas relacionadas con la capacidad de producir fuerza ya que, en última instancia, una lesión supone una disminución en los niveles de fuerza aplicada por parte de los deportistas (Askling, Karlsson, & Thorstensson, 2003; Kim & Hong, 2011; Lauersen et al., 2014; Mendiguchia et al., 2014). Por ejemplo, en un interesante estudio Mendiguchia et al. (2014) analizaron las variables cinéticas durante el sprint en un grupo de jugadores profesionales antes y después de una lesión de isquiotibiales. Los autores observaron que los

jugadores vieron reducidos sus niveles de fuerza horizontal aplicada durante el sprint, variable determinante en el rendimiento en la carrera de máxima velocidad, hasta 2 meses después de haber retornado a los entrenamientos con el grupo. Así, los autores consideran fundamental la cuantificación del rendimiento durante el periodo de recuperación para diseñar estrategias que optimicen los tiempos de vuelta a la competición. Por ello, la cuantificación de los niveles de rendimiento pre lesión son de una gran utilidad para valorar el proceso de readaptación con el fin de disminuir los plazos de retorno a la competición.

Sin embargo, no conocemos estudios que utilicen tecnología GPS para valorar variables como las aceleraciones, velocidad media, distancia recorrida, frecuencia cardíaca en jugadores de fútbol profesionales antes, durante, y después de la lesión. En este sentido, la presente Tesis Doctoral añade una pieza significativa al conocimiento científico sobre los procesos de recuperación en fútbol de élite, cuantificando de manera sistemática todo el proceso de vuelta a la competición mediante tecnología GPS con la intención de individualizar el entrenamiento durante las distintas fases de la recuperación. El análisis de las variables pre-post lesión, tanto utilizando la aproximación paramétrica (prueba T para muestras relacionadas) como no paramétrica (prueba de los rangos con signo de Wilcoxon) muestran que no existen diferencias significativas en los niveles de duración media del entrenamiento, frecuencia cardíaca, distancia recorrida o aceleraciones realizadas. Es decir, después de la lesión, las variables mencionadas retornaron a valores significativamente similares a los que los futbolistas mostraron antes de la lesión. Es más, la velocidad media del entrenamiento después de la lesión fue

significativamente mayor que antes de la lesión (129.7m/min vs. 127.7 m/min, $p<0.05$) y, de hecho, la prueba de rangos con signo de Wilcoxon muestra que 7 de los 8 casos observaron incrementos positivos en la velocidad.

En definitiva, la monitorización del proceso de recuperación de lesiones musculares en futbolistas profesionales mediante tecnología GPS es una herramienta de utilizad tanto para describir los niveles de los deportistas en el momento previo a la lesión como para organizar las fases de entrenamiento para volver a dichos niveles lo antes posible una vez la lesión se ha producido. La estrategia de recuperación y readaptación en la presente Tesis Doctoral ha demostrado ser eficaz, consiguiendo no sólo devolver a los futbolistas a valores de entrenamiento previos a la lesión sino, incluso, mejorando sus valores de velocidad y, todo ello, en un periodo de tiempo entre los 12 y 56 días.

4. CONCLUSIONES

4. CONCLUSIONES

1. La medición de la duración, frecuencia cardíaca, velocidad media, distancia recorrida y número de aceleraciones medias mediante tecnología GPS y pulsómetros permiten cuantificar de manera objetiva, no invasiva y de manera sistemática las cargas de entrenamiento de futbolistas profesionales durante su programa de readaptación de lesiones, permitiendo ajustar la intensidad de cada entrenamiento individualmente de acuerdo a dichos valores.

2. Tras el periodo de recuperación en el que se utilizaron los ejercicios y métodos de cuantificación descritos anteriormente los futbolistas volvieron a sus niveles previos (es decir, pre-lesión) de duración, frecuencia cardíaca, distancia recorrida y número de aceleraciones medias durante los entrenamientos.

3. Después del periodo de recuperación los futbolistas vieron incrementados sus niveles de velocidad media durante los entrenamientos en comparación con la medición pre-lesión.

4. La cuantificación de la carga de entrenamiento utilizando tecnología GPS y pulsómetros ha permitido diseñar unas estrategias de recuperación que ha conseguido no sólo recuperar los valores medios pre-lesión de duración, frecuencia cardíaca, distancia recorrida y número de aceleraciones medias durante los entrenamientos sino incluso aumentar los niveles de velocidad media.

5. El uso del GPS y los pulsómetros constituye una metodologías eficaz y no invasiva interés para para cuantificar y optimizar el proceso de recuperación y readaptación en el tratamiento de las lesiones musculares en fútbol profesional.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achten, J., & Jeukendrup, A. (2003b). Heart rate monitoring. Applications and limitations. *Sport medicine*. *Sport Medicine*, 33(7), 517-538.

Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine*, 33(7), 517-538.

Akubat, I., Barrett, S., & Abt, G. (2014). Integrating the Internal and External Training Loads in Soccer. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 9(3), 457–462.

Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(1), 40–48.

Arnason, A., Gudmundsson, A., Dahl, H. A., & Johannsson, E. (1996). Soccer injuries in Iceland. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 6(1), 40-45.

Arnason, A., Gudmundsson, A., Dahl, H., & Johannsson, E. (1996). Soccer injuries in Iceland. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 6(1), 40-45.

Arnason, A., Sigurdsson, S.B., Gudmundsson, A., Holme, J., Engebretsen, I., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), 278.

Arts, F., & Kuipers, H. (1994). The relation between power output, oxygen uptake and heart rate in male athletes. *International journal of sports medicine*, 15(5), 228-231.

Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(4), 244–250.

Aughey, R. J. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *Int J Sports Physiol Perform*, 6(3), 295-310.

Aughey, R. J. (2011). Australian football player work rate: evidence of fatigue and pacing? *International journal of sports physiology and performance*, 5(3), 394.

Bahr R, Maehlum S. Lesiones deportivas: Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación: Ed. Médica Panamericana; 2007.

Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*, 24(7), 665-674.

Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorso, F. (1991). Activity profile of competitionsoccer. *Can J Sport Sci*, 16, 110-116.

Banister, E. (1991). Modeling elite athletic performance. *Physiological testing of elite athletes*, 403-424.

Barbero-Alvarez, J. C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Alvarez, V., & Castagna, C. (2010). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *J Sci Med Sport*, 13(2), 232-235.

Barbero-Álvarez, J.C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V., & Castagna, C. (2009). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 232-235.

Barcelona FC, Mèdics S. Guía de Práctica Clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. Versión 4.5 (9 de febrero de 2009). Apunts: Medicina de l'esport. 2009;44(164):179-203.

Bauman, J. (2005). Returning to play: the mind does matter. *Clinical Journal of Sport Medicine : Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 15(6), 432–5.

Benezis, C. (1999). Síndromes rotulianos. Adolescencia y deporte. *Archivos de medicina de deporte*, VI(23).

Beni Ayerbe, I., Martínez García, C., & De Mata, F. (2006). *Percepción subjetiva del esfuerzo: Validación como parámetro para el control de la intensidad, en las tareas de entrenamiento, durante la preparación del campeonato universitario de fútbol*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-Sprint Ability — Part II. *Sports Medicine*, 41(9), 741–756.

Bizzini, M., & Dvorak, J. (2015). FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide-a narrative review. *British Journal of Sports Medicine*, 49(9), 577–9.

Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Med*, 39(9), 779-795.

Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P.D., Boanas, P. & Krstrup, P.

Brewer, C., Dawson, B., Heasman, J., Stewart, G., & Cormack, S. (2010). Movement pattern comparisons in elite (AFL) and sub-elite (WAFL) Australian football games using GPS. *J Sci Med Sport*, 13(6), 618-623.

Buceta, J. M. (1998). *Psicología del entrenamiento deportivo*: Dykinson Madrid.

Buchheit, M., & Gindre, C. (2006). Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 291(1), H451-H458.

Buchheit, M., Al Haddad, H., Simpson, B. M., Palazzi, D., Bourdon, P. C., Di Salvo, V., & Mendez-Villanueva, A. (2014). Monitoring accelerations with GPS in football: time to slow down? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 442–445.

Butterwick, D. J., & Nelson, D. S. (1989). Guidelines for return to activity after injury. *Sports Physiotherapy Division Newsletter*, 14(4), 21-24.

Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L. & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sport Medicine*, 338, 839-862.

Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sports Med*, 38(10), 839-862.

Carling, C., Le Gall, F. & Dupont, G. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27, 159–168.

Casáis, L. (2008). Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunts. Medicina de l'esport*, 157, 30-40.

Colby, M. J., Dawson, B., Heasman, J., Rogalski, B., & Gabbett, T. J. (2014). Accelerometer and GPS-derived running loads and injury risk in elite Australian footballers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2244–52.

Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *J Sci Med Sport*, 13(1), 133-135.

Coutts, A.J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS units for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 133-135

David, C., & Julen, C. (2015). The Relationship Between Intensity Indicators in Small-Sided Soccer Games. *Journal of Human Kinetics*, 46, 119–28.

Dellal, A., Chamari, K., Pintus, A., Girard, O., Cotte, T., & Keller, D. (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: a comparative study. *J Strength Cond Res*, 22(5), 1449-1457.

Di Prampero, P. E., Botter, A., & Osgnach, C. (2014). The energy cost of sprint running and the role of metabolic power in setting top performances. *European Journal of Applied Physiology*.

Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med*, 28(3), 222-227.

Drust, B., Atkinson, G., & Reilly, T. (2007). Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Medicine*, 37(9), 783-805.

Drust, B., Reilly, T., & Cable, N. T. (2000). Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. *J Sports Sci*, 18(11), 885-892.

Edwards, S. (1994). The heart rate monitor book. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(5), 647.

Ehrmann, F. E., Duncan, C. S., Sindhusake, D., Franzsen, W. N., & Greene, D. A. (2015). GPS and Injury Prevention in Professional Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*.

Einsingbach, T., Klämpfer, A., & Biedermann, L. (1989). Fisioterapia y rehabilitación en el deporte: Scriba.

Ekblom, B. (1999). *Fútbol. Manual de las ciencias del entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.

Ekstrand J, Askling C, Magnusson H, Mithoefer K. Return to play after thigh muscle injury in elite football players: implementation and validation of the Munich muscle injury classification. *British journal of sports medicine*. 2013;47(12):769-74.

Ekstrand, J., & Gillquist, J. (1983). The avoidability of soccer injuries. *Int J Sports Med*, 4(2), 124-128.

Ekstrand, J., Gillquist, J., & Liljedahl, S. O. (1983). Prevention of soccer injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 11(3), 116.

Ekstrand, J., Waldén, M., & Häggglund, M. (2004). A congested football calendar and the wellbeing of players: correlation between match exposure of European footballers before the World Cup 2002 and their injuries and performances during that World Cup. *British journal of sports medicine*, 38(4), 493-497.

Elgethun, K., Yost, M., Fitzpatrick, C., Nyerges, T., & Fenske, R. (2006). Comparison of global positioning system (GPS) tracking and parent-report diaries to characterize children's time-location patterns. *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 14, 25-32

Elgethun, K., Yost, M., Fitzpatrick, C., Nyerges, T., & Fenske, R. (2006). Comparison of global positioning system (GPS) tracking and parent-report diaries to characterize children's time-location patterns. *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 14, 25-32.

Engstrom, B., Forssblad, M., Johansson, C., & Tornkvist, H. (1990). Does a major knee injury definitely sideline an elite soccer player? *The American Journal of Sports Medicine*, 18(1), 101.

Engström, B., Forssblad, M., Johansson, C., & Törnkvist, H. (1990). Does a major knee injury definitely sideline an elite soccer player? *American Journal of Sports Medicine*, 18(1), 101-105.

Esparza, E. (1994). *Lesiones y recuperación funcional del deportista. Regreso a la actividad deportiva: reentrenamiento al esfuerzo*. Paper presented at the 3ª Jornada sobre medicina deportiva.

Esposito, F., Impellizzeri, F. M., Margonato, V., Vanni, R., Pizzini, G., & Veicsteinas, A. (2004). Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European journal of applied physiology*, 93(1), 167-172.

FIFA (22 de julio de 2007). FIFA Big Count 2006: 270 million people active in football

Flanagan, T., & Merrick, E. (2002). Quantifying the work-load of soccer players. *Science and football IV*, 341.

Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(7), 1164.

Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A. C., & Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medical Journal*, 95(6), 370.

Fuller, C., Smith, G., Junge, A., & Dvorak, J. (2004). An assessment of player error as an injury causation factor in international football. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(1 suppl), 28S.

García, F., & Giscafne, N. (2001). Interdisciplina en la rehabilitación de los deportistas con lesiones de sobreuso. *Revista digital Lecturas: Educación física y deportes*, 7(39).

García, J. C. (2004). Recuperación física de lesiones en el futbolista. *abfutbol*, 8, 43-52.

García, J. C. (2004). Recuperación física de lesiones en el futbolista. *abfutbol*, 8, 43-52

Gomez-Piriz, P. T., Jiménez-Reyes, P., & Ruiz-Ruiz, C. (2011). Relation between total body load and session rating of perceived exertion in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2100–3.

Gómez-Piriz, P. T., Sánchez, M. E. T., Manrique, D. C., & González, E. P. (2012). Inter-machine Reliability (T-Force & Myotest) in strength assessment. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 8(27), 20–30.

González-Badillo, J. J., Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Abad-Herencia, J. L., Del Ojo-López, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2015). Effects of velocity-based resistance training on young soccer players of different ages. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1329–1338.

Hagglund, M., Walden, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H., & Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 738–742.

Hawkins, R. (1998). A preliminary assessment of professional footballer's awareness of injury prevention strategies. *British Journal of Sports Medicine*, 32, 140-143.

Hawkins, R. D., & Fuller, C. W. (1996). Risk assessment in professional football: an examination of accidents and incidents in the 1994 World Cup finals. *British journal of sports medicine*, 30(2), 165-170.

Hawkins, R. D., & Fuller, C. W. (1998). An examination of the frequency and severity of injuries and incidents at three levels of professional football. *British journal of sports medicine*, 32(4), 326-332.

Hawkins, R. D., & Fuller, C. W. (1999). A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *British journal of sports medicine*, 33(3), 196-203.

Hawkins, R., Hulse, M., Wilkinson, C., Hodson, A., & Gibson, M. (2001). The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *British journal of sports medicine*, 35(1), 43-47.

Henschen, K., Lidor, R., & Vernacchia, R. (2005). The road to the Olympic Games - sport psychology services for the 2000 USA Olympic Track and Field Team. *New Studies in Athletics*, 20(1), 51-56.

Hernández, Fernández, C., & Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación* (3ª ed.). México: Mc Graw Hill.

Hernández, R., Bueno, P., Bueno, S., & Raya, A. (2002a). Diagnóstico y tratamiento de lesiones de la rodilla en fútbol. *Training fútbol*, 80, 34-43.

Herring, T. (1996). The Global Positioning System. *Scientific American*, 32-38.

Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L., & Helgerud, J. (2002). Soccer aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218-221.

Inklaar, H., Bol, E., Schmikli, S., & Mosterd, W. (1996). Injuries in male soccer players: team risk analysis. *International journal of sports medicine*, 17(3), 229-234.

Ishii, T., Masuda, T., Kurogi, H., Shuichiroh, Y. & Yamamoto, H. (2002). The distance covered by soccer and rugby referees during the match using a mobile "GPS". En *Book of abstracts of the XXth International Symposium on Biomechanics in Sports*. Cáceres: ISBS.

Jeong, T. S., Reilly, T., Morton, J., Bae, S. W., & Drust, B. (2011). Quantification of the physiological loading of one week of "pre-season" and one week of "in-season" training in professional soccer players. *J Sports Sci*, 29(11), 1161-1166.

Junge, A., Chomiak, J., & Dvorak, J. (2000). Incidence of football injuries in youth players. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(suppl 5), S-47.

Junge, A., Dvorak, J., & Graf-Baumann, T. (2004). Football injuries during the World Cup 2002. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(1 suppl), 23S.

Junge, A., R  sch, D., Peterson, L., Graf-Baumann, T., & Dvorak, J. (2002). Prevention of soccer injuries: a prospective intervention study in youth amateur players. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(5), 652.

Karvonen, J., & Vuorimaa, T. (1988). Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports medicine (Auckland, NZ)*, 5(5), 303.

Kempton, T., Sirotic, A. C., & Coutts, A. J. (2015). An integrated analysis of match-related fatigue in professional rugby league. *Journal of Sports Sciences*, 33(1), 39–47.

Kim, D., & Hong, J. (2011). Hamstring to quadriceps strength ratio and noncontact leg injuries: A prospective study during one season. *Isokinetics & Exercise Science*, 19(1), 1–6.

Kirkendall, D.T., Leonard, K. & Garrett, W.E. (2004). On the relationship of fitness and running volume and intensity in female soccer players. *Journal of Sport Sciences*, 22, 549-550.

Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, 38(6), 1165-1174.

Lago, C. (2002). *La preparación física en el fútbol*. Madrid: Biblioteca nueva.

Lalín, C. (2006). *Papel del readaptador físico-deportivo en la prevención e intervención de las lesiones deportivas en el fútbol*. Paper presented at the Congreso Internacional de Fútbol.

Lalín, C. (2008a). La readaptación lesional (I parte): fundamentación y contextualización. . RED:

Lalín, C. (2008b). La readaptación lesional (II parte): reentrenamiento físico deportivo del deportista lesionado. RED: Revista de entrenamiento deportivo, Tomo XXII,(3), 29-37.

Larsson, P. (2003). Global positioning system and sport-specific testing. *Sports Medicine*, 33, 1093–1101.

Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871–877.

Lewin, G. (1989). The incidence of injury in an English professional soccer club during one competitive season. *Physiotherapy*, 75(10), 601-605.

Lloret, M., & Riera, M. L. (1998). 1020 ejercicios y actividades de readaptación motriz: Paidotribo Editorial.

López, I., López, M., & Blanco, I. (2004). La tendinopatía rotuliana en fútbol: conceptualización y medios de tratamiento. *Training fútbol*, 105, 36-43.

Lorza, G. (1998). La reeducación propioceptiva en la prevención y tratamiento de las lesiones en el baloncesto. *Archivos de medicina de deporte*, 68, 517-521.

Luthje, P., Nurmi, I., Kataja, M., Belt, E., Helenius, P., Kaukonen, J., et al. (1996). Epidemiology and traumatology of injuries in elite soccer: a prospective study in Finland. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 6(3), 180-185.

Lynch, J. M., & Bestit, C. (1999). El médico del equipo. In *Fútbol. Manual de las ciencias del entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.

Lynch, S. A., & Renstrom, A. F. H. (1999). Treatment of acute lateral ankle ligament rupture in the athlete: conservative versus surgical treatment. *Sports Medicine*, 27(1), 61-71.

Maffulli, N., Longo, U., Gougoulas, N., Caine, D., & Denaro, V. (2010). Sport injuries: a review of outcomes. *Br Med Bull*.

Mallo, J., Navarro, E., Aranda, J. M. G., & Helsen, W. F. (2009). Activity profile of top-class association football referees in relation to fitness-test performance and match standard. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 9-17.

Mallo, J., Navarro, E., Garcí'a-Aranda, J. M., Gilis, B., & Helsen, W. (2007). Activity profile of top-class soccer referees in relation to performance in selected physical tests. *Journal of Sports Sciences*, 25, 805–813.

Mallo, J., Navarro, E., Garcí'a-Aranda, J. M., Gilis, B., & Helsen, W. (2008). Analysis of the kinematical demands imposed on top-class assistant referees during competitive soccer matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 235–242.

Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal training-load quantification in elite English premier league soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 489–97.

Martos, S., Romero, B., Paredes, V., Bustos, A., Jiménez, J., & Pastrana, A. (2010). Protocolo multidisciplinar de recuperación funcional en lesiones ligamentosas de tobillo en fútbol.

Méndez, R., Sánchez, C., Martín, A. M., Barbero, F. J., Orejuela, J., & Calvo, J. I. (2000). Programa fisioterápico de entrenamiento propioceptivo de los esguinces de tobillo en el fútbol. *Training fútbol*, 51, 40-46.

- Mendiguchia, J., Samozino, P., Martínez-Ruiz, E., Brughelli, M., Schmikli, S., Morin, J. B., & Méndez-Villanueva, A. (2014). Progression of Mechanical Properties during On-field Sprint Running after Returning to Sports from a Hamstring Muscle Injury in Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 35(8), 690–695.
- Morcillo, J. A., Cuadrado, V., Jiménez-Reyes, P., Ortega-Becerra, M., Lozano, E., & Párraga, J. (2014). Relationships between repeated sprint ability, mechanical parameters and blood metabolites in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Morgan, B. E., & Oberlander, M. A. (2001). An examination of injuries in major league soccer. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(4), 426.
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in Soccer: Part I - Post-Match Fatigue and Time Course of Recovery. *Sports Medicine*, 42(12), 997–1015.
- Nielsen, A. B., & Yde, J. (1989). Epidemiology and traumatology of injuries in soccer. *The American Journal of Sports Medicine*, 17(6), 803.
- Noya J, Sillero M. Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada: días de baja por lesión. *Apunts Medicina de l'Esport*. 2012; 47 (176):115-23.
- Noya Salces, J., Gomez-Carmona, P. M., Moliner-Urdiales, D., Gracia-Marco, L., & Sillero-Quintana, M. (2014). An examination of injuries in Spanish Professional Soccer League. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(6), 765–71.

Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. I. (2012). Hamstring Strain Injuries: Factors that Lead to Injury and Re-Injury. *Sports Medicine*, 42(3), 209–226.

Ortán Montero, F. J. Factores psicológicos y socio-deportivos y lesiones en jugadores de fútbol semiprofesionales y profesionales. Proyecto de investigación.

Paajanen, H., Ristolainen, L., Turunen, H., & Kujala, U. (2010). Prevalence and etiological factors of sport-related groin injuries in top-level soccer compared to non-contact sports. *Arch Orthop Trauma Surg*.

Paredes, V. (2004). Método de cuantificación de la readaptación de lesiones en fútbol., Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

Paredes, V. (2009). *Método de cuantificación en la readaptación de lesiones en fútbol*. Universidad Autónoma de Madrid.

Peterson, L., Junge, A., Chomiak, J., Graf-Baumann, T., & Dvorak, J. (2000). Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(suppl 5), S-51.

Prentice, W. E. (2001). *Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva*: Paidotribo Editorial.

Pruyn, E. C., Watsford, M. L., Murphy, A. J., Pine, M. J., Spurrs, R. W., Cameron, M. L., & Johnston, R. J. (2012). Relationship between leg stiffness and lower body injuries in professional Australian football. *Journal of Sports Sciences*, 30(1), 71–8.

Ramos, J. J., Segovia, J. C., López-Silvarrey, F. J., & Legido, J. C. (2007). *El fútbol. Valoración funcional. Test de campo y laboratorio*. Madrid: Fundación Institución Educativa SEK.

Ramos, J. J., Segovia, J. C., López-Silvarrey, F. J., Montoya, J. J., & Legido, J. C. (1994). Estudio de diversos aspectos fisiológicos del futbolista. *Selección*, 3(2), 70-81.

Randers, M. B., Mujika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., Zubillaga, A., Peltola, E., Krstrup, P. & Mohr, M. (2010). Application of four different football match analysis systems: A comparative study. *Journal of Sports Sciences*, 28(2), 171-182

Reilly, T., & Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies*, 2(2), 87-97.

Reilly, T., & Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies*, 2, 87 – 97.

Reverter, J. (2004). El readaptador en el organigrama técnico de un equipo de fútbol. *Training fútbol*, 99, 38-43.

Revista de entrenamiento deportivo, Tomo XXII (2), 27-35.

Robinson, D. M., Robinson, S. M., Hume, P. A., & Hopkins, W. G. (1991). Training intensity of elite male distance runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 23(9), 1078.

Rochcongar, P., Bryand, F., Bucher, D., Ferret, J., Eberhard, D., Gerard, A., et al. (2004). Étude épidémiologique du risque traumatique des footballeurs français de haut niveau. *Science & sports*, 19(2), 63-68.

Roffe, M. (1998). El psicólogo del deporte en el fútbol amateur: la prevención. *Revista digital Lecturas: Educación física y deportes*, 3(10).

Romero, D., & Tous, J. (2010). Prevención de Lesiones en el Deporte. Claves para un rendimiento deportivo óptimo: Ed. Médica Panamericana.

Schmitt, B., Tyler, T., & McHugh, M. (2012). Hamstring injury rehabilitation and prevention of reinjury using lengthened state eccentric training: a new concept. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(3), 333–341.

Schutz, Y. & Herren, R. (2000). Assessment of speed of human locomotion using a differential satellite global positioning system. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 642-646.

Schutz, Y., & Chambaz, A. (1997). Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51, 338–339.

Schutz, Y., & Chambaz, A. (1997). Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51, 338–339.

Sconce, E., Jones, P., Turner, E., Comfort, P., & Graham-Smith, P. (2015). The Validity of the Nordic Hamstring Lower for a Field-Based Assessment of Eccentric Hamstring Strength. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24, 13–20.

Seirul-lo, F. (1986). Entrenamiento coadyuvante. *Apunts*, 23.

Sole, J. (2004). Entrenamiento de la resistencia. In *Futbol. Bases científicas para un óptimo rendimiento* (pp. 69-76). Madrid: Masterfarm. Innovación biomédica.

Souissi, S., Wong, D. P., Dellal, A., Croisier, J.-L., Ellouze, Z., & Chamari, K. (2011). Improving functional performance and muscle power 4-to-6 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(4), 655–664.

Stubbe, J. H., van Beijsterveldt, A.-M. M. C., van der Knaap, S., Stege, J., Verhagen, E. A., van Mechelen, W., & Backx, F. J. G. (2015). Injuries in professional male soccer players in the Netherlands: a prospective cohort study. *Journal of Athletic Training*, 50(2), 211–6.

Swart, J., & Jennings, C. (2004). Use of blood lactate concentration as a marker of training status. *South African Journal of Sports Medicine*, 16(3), 3-7.

Terrier, P. & Schutz, Y. (2003). Variability of gait patterns during unconstrained walking assessed by satellite positioning (GPS). *European Journal of Applied Physiology*, 90, 554-561.

Terrier, P., Ladetto, Q., Merminod, B. & Schutz, Y. (2000). High-precision satellite positioning system as a new tool to study the biomechanics of human locomotion. *Journal of Biomechanics*, 33, 1717-1722.

Terrier, P., Ladetto, Q., Merminod, B. & Schutz, Y. (2001). Measurement of the mechanical power of walking by satellite positioning system (GPS). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1912-1918

Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L., & Tesch, P. (2015). Change of Direction Speed in Soccer Players is Enhanced by Functional Inertial Eccentric Overload and Vibration Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.

Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Byomedic.

Tumilty, D. (1993). Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Med*, 16(2), 80-96.

Verhagen, E. A. L. M. (2013). Costing an injury prevention program in amateur adult soccer. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 23(6), 500–1.

Volpi, P., Melegati, G., Tornese, D., & Bandi, M. (2004). Muscle strains in soccer: a five-year survey of an Italian major league team. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 12(5), 482-485.

Walden, M., & Ekstrand, J. (2005). Injuries in Swedish elite football: a prospective study on injury definitions, risk for injury and injury pattern during 2001. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 15, 118-125.

Walden, M., Hagglund, M., & Ekstrand, J. (2005). Injuries in Swedish elite football—a prospective study on injury definitions, risk for injury and injury pattern during 2001. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 15(2), 118-125.

Wisbey, B., & Montgomery, P. (2005). Quantifying AFL Player Demands Using GPS Tracking. 2005. *AFL Research Board Report Número y páginas*.

Wisbey, B., Montgomery, P., Pyne, D., & Rattray, B. (2006). Quantifying movement demands of AFL football using GPS tracking. *J Sci Med Sport* , 13(5), 531-536.

6. RESUMEN EN ESPAÑOL

6. RESUMEN EN ESPAÑOL

El fútbol es un deporte de equipo considerado el deporte más popular del mundo. De forma reglada participan en él 270 millones de personas, siendo 265 millones jugadores y el resto los cuerpos técnicos de los diferentes clubes (FIFA). A pesar de su elevado grado de profesionalización, la práctica de fútbol profesional no está exenta de lesiones deportivas. Algunos estudios cifran en hasta más de un 60% el número de jugadores que tienen algún tipo de lesión durante la temporada competitiva.

La mayoría de lesiones en fútbol son de carácter muscular y se producen por un sobreuso de la región afectada, lo cual muestra la importancia de la cuantificación del proceso de entrenamiento en el contexto de la prevención de lesiones mediante la optimización de las cargas de trabajo de manera individual. En el fútbol profesional, una de las herramientas para la cuantificación de los esfuerzos en el entrenamiento es el GPS.

En cuanto al objetivo principal que perseguimos consiste en analizar y cuantificar el proceso de recuperación de lesiones en futbolistas profesionales mediante la utilización de tecnología GPS.

También pretendemos obtener datos y variables durante el período de recuperación en los entrenamientos y anteriores al comienzo de recuperación que nos ayuden a recomendar la vuelta a la competición al mismo nivel que tenía el deportista antes de la lesión.

Pretendemos diseñar estrategias de recuperación individuales en función de las variables que hemos obtenido para conseguir disminuir los tiempos de recuperación de los futbolistas lesionados.

Posteriormente pretendemos diseñar estrategias de prevención de lesiones mediante el uso de la tecnología GPS, y lo que es más importante, comprobar los niveles de pre-post lesión para comprobar si los futbolistas han retornado a sus niveles de carga de entrenamiento compatibles con la vuelta a la competición.

Para este estudio hemos tomado como referencia a 25 jugadores de fútbol profesionales, de los cuales fueron estudiados 8 lesionados. La duración, frecuencia cardíaca, velocidad, distancia recorrida y número de aceleraciones de cada entrenamiento antes de la lesión, durante la recuperación y después de la lesión fueron medidos mediante GPS. Se analizaron los valores descriptivos medios de cada variable durante el estudio y se compararon los valores pre-post lesión para observar si los futbolistas retornaron satisfactoriamente a sus valores previos.

En nuestro estudio pretendemos trabajar cinco fases. En la primera de ellas se llevan a cabo observación y evaluación de las lesiones que aparecen.

En la segunda fase, se establecen ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas en las ocho lesiones del estudio.

Durante la tercera fase evaluamos el método de cuantificación y readaptación utilizado en este trabajo

En la cuarta fase, se revisan los resultados obtenidos en función del análisis de las pruebas realizadas.

Y en la última fase, se proponen nuevas observaciones y evaluaciones para fundamentar los conocimientos y las ideas sobre la cuantificación en la readaptación de lesiones musculares, o incluso para generar otras

Como primera aportación, se muestran valores descriptivos de las variables mencionadas de cada jugador en cada entrenamiento, ofreciendo frecuencias, medias y desviaciones estándar para cada tipo de lesión y entrenamiento utilizado. Además, el análisis de los datos pre-post lesión muestra que no existen diferencias significativas entre los valores de duración, frecuencia cardíaca, distancia recorrida y número de aceleraciones una vez finalizado el programa de recuperación en comparación con antes de la lesión ($p > 0.05$). Por último, se observó que la velocidad media se incrementó un 2.4% después de la lesión en comparación con antes de la lesión ($p < 0.05$).

El programa de planteado ha permitido recuperar los valores previos de carga de duración, frecuencia cardíaca, distancia recorrida y número de aceleraciones medias durante los entrenamientos a los futbolistas lesionados, consiguiendo incluso un incremento de sus niveles de velocidad media durante los entrenamientos en comparación con la medición pre-lesión.

El control del entrenamiento mediante tecnología GPS es una metodología no invasiva, eficaz y útil como estrategia de recuperación de lesiones en fútbol profesional.

7. RESUMEN EN INGLÉS

7. RESUMEN EN INGLÉS

Football is a sport of team considered the most popular sport in the world. In a formal way, they are participating 270 million people in this sport, with 265 million players and being the rest technical personnel of different clubs (FIFA). Despite its high degree of professionalism, the practice of professional football is not exempt from sports injuries. Some studies claim that up to more than 60 percent of players have some sort of injury during the competitive season.

The majority of injuries in football are muscular and are caused by an overuse of the affected region, which shows the importance of quantification of the training process in the context of preventing injuries through the optimization of workloads individually. In professional football, one of the tools for the quantification of training efforts is the GPS.

The main goal we pursue is to analyze and quantify the recovery process of injury in professional football players through the use of GPS technology.

We also intend to obtain data and variables during the period of recovery in workouts and prior to the start of recovery to help us recommend return to competition to the same level as the athlete had prior to the injury.

We design individual recovery strategies depending on the variables that we have obtained to get reduce times of recovery of injured players.

Then we intend to design strategies of preventing injuries through the use of GPS technology, and more importantly, to check the levels of pre-post injury to check if the players have returned to their training load levels compatible with the return to the competition.

For this study we have taken as a reference to 25 professional football players, of whom they were studied 8 injured. The duration, heart rate, speed, distance traveled and number of accelerations of each training prior to the injury, during the recovery and after injury were measured using GPS. The descriptive values for each variable were analyzed during the study and compared the values pre-post injury to see if players successfully returned to their previous values.

In our study, we intend to work five phases. In the first observation and evaluation of the lesions that appear are conducted.

In the second phase, ideas are established as a result of the observation and evaluation carried out in eight lesions of the study.

During the third stage the quantification and rehabilitation method used in this work is evaluated.

The fourth phase, reviews the results obtained on the basis of the analysis of the tests performed.

And in the last phase, they are proposed new observations and evaluations to support the knowledge and ideas on quantification in the rehabilitation of muscular lesions, or even to generate other.

As a first contribution, they are shown descriptive values of the mentioned variables of each player in each workout, providing frequencies, means and standard deviations for each type of lesion and used training. In addition, the analysis of the data pre-post injury shows that there are no significant differences between the values of duration, heart rate, distance and number of accelerations once it is finalized the program of recovery as compared to before

the injury ($p > 0.05$). Finally, it was noted that average speed increased a 2.4% after the injury compared with before the injury ($p < 0.05$).

The program raised has enabled the recovery values of load duration, heart rate, distance and number of accelerations stockings during workouts to injured players, getting even an increase in levels of average speed during workouts compared to measuring pre-injury.

Control of training by means of GPS technology is a non-invasive, effective and useful as a strategy of recovery of injuries in professional football.